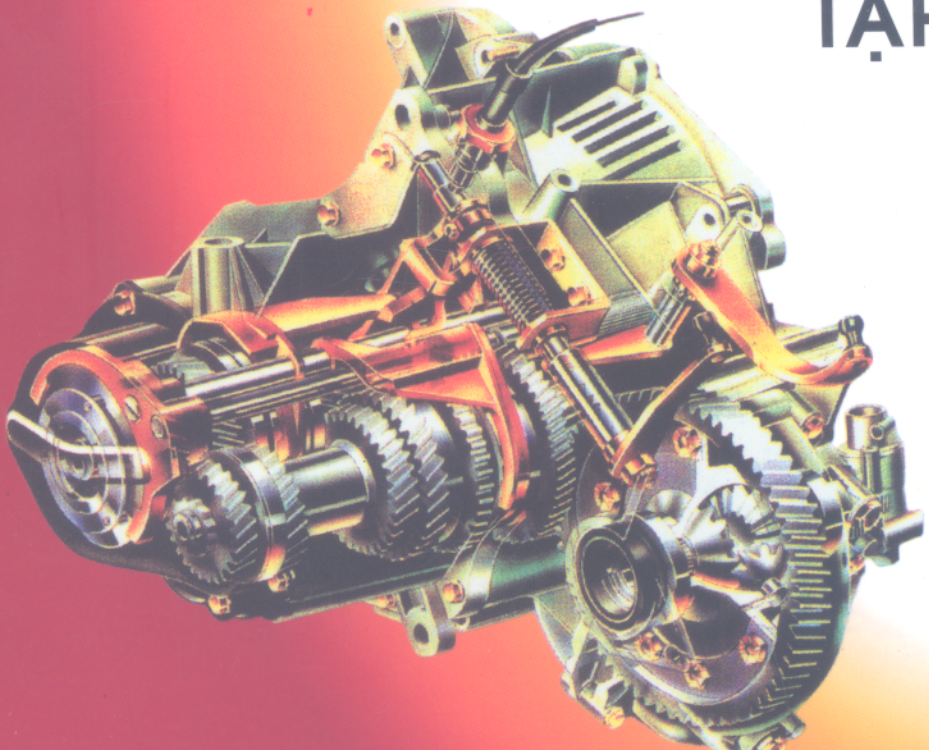


GS. TS. NGUYỄN ĐẮC LỘC
PGS. TS. LÊ VĂN TIẾN
PGS. TS. NINH ĐỨC TỐN
PGS. TS. TRẦN XUÂN VIỆT

Sổ tay CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

TẬP 1



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

GS.TS. Nguyễn Đắc Lộc. PGS.TS. Lê Văn Tiến
PGS.TS. Ninh Đức Tốn. PGS.TS. Trần Xuân Việt

SỔ TAY
CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

Tập I (trọn bộ ba tập)
(In lần thứ 7 có bổ sung và sửa chữa)

Chủ biên: PGS.TS. Nguyễn Đắc Lộc

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC KỸ THUẬT
HÀ NỘI 2007

LỜI NÓI ĐẦU

Hiện nay khoa học kỹ thuật đang phát triển với một tốc độ vũ bão, mang lại những lợi ích to lớn cho con người về tất cả các lĩnh vực tinh thần và vật chất. Để nâng cao đời sống của nhân dân, để hội nhập vào sự phát triển chung của các nước trong khu vực, cũng như các nước trên thế giới, Đảng và Nhà nước ta đã đề ra mục tiêu trong những năm tới là thực hiện "Công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước".

Muốn thực hiện "Công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước", một trong những ngành cần quan tâm phát triển mạnh đó là cơ khí chế tạo vì cơ khí chế tạo đóng vai trò quan trọng trong việc sản xuất ra các thiết bị, công cụ cho mọi ngành kinh tế quốc dân, tạo tiền đề cần thiết để các ngành này phát triển mạnh hơn.

Để phục vụ cho việc phát triển ngành cơ khí hiện nay chúng ta cần đẩy mạnh đào tạo đội ngũ cán bộ kỹ thuật có trình độ chuyên môn cao về các lĩnh vực công nghệ kinh điển, đồng thời phải đáp ứng được những công nghệ tiên tiến, công nghệ tự động trong sản xuất cơ khí. Mặt khác cần tăng cường các cơ sở vật chất, thiết bị máy móc và đặc biệt là các tài liệu tra cứu tham khảo trong khi học tập ở trường cũng như trong khi công tác ở các nhà máy, xí nghiệp, v...v.

Nhằm đáp ứng yêu cầu trên, chúng tôi biên soạn bộ "Sổ tay công nghệ chế tạo máy" gồm 3 tập.

Bộ sách này được dùng làm tài liệu tra cứu, học tập khi làm đồ án môn học, đồ án tốt nghiệp của học sinh, sinh viên, học viên cao học và nghiên cứu sinh các ngành cơ khí chế tạo máy thuộc các hệ đào tạo. Đồng thời nó còn dùng làm tài liệu phục vụ cho sản xuất trong các nhà máy cơ khí, trong các phân xưởng cơ điện sửa chữa ở các công ty sản xuất mặt hàng khác.

Được xuất bản trong thời kỳ mà khoa học công nghệ phát triển và thay đổi liên tục nên bộ sách này không thể tránh khỏi các thiếu sót về các mặt. Chúng tôi mong nhận được và trân trọng cảm ơn các ý kiến đóng góp của bạn đọc và các bạn đồng nghiệp để lần xuất bản sau, bộ sách này được hoàn chỉnh hơn.

Các ý kiến xin gửi về Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

Các tác giả

MỤC LỤC

	Trang
LỜI NÓI ĐẦU.	3
MỤC LỤC.	4
CHƯƠNG I	7
Thiết kế các quy trình công nghệ và các nguyên công trong chế tạo máy.	7
I. Thiết kế các quy trình công nghệ và các nguyên công trong chế tạo máy.	7
1. Ý nghĩa của công việc chuẩn bị sản xuất.	7
2. Thiết kế các quy trình công nghệ và các nguyên công.	8
II. Thiết kế tự động các quy trình công nghệ trong chế tạo máy.	10
1. Khái niệm chung.	10
2. Đặc điểm và những nguyên tắc chính của việc thiết lập các hệ thống thiết kế tự động của các quá trình công nghệ.	12
3. Tổng thể cấu trúc khi thiết kế các quá trình công nghệ.	13
4. Mô hình toán học khi thiết kế tự động các quá trình công nghệ.	20
5. Tối ưu hoá thông số.	27
6. Chọn trang bị kỹ thuật khi thiết kế các quá trình công nghệ bằng phương pháp giao tiếp.	31
CHƯƠNG II	
Dung sai và lắp ghép.	34
I. Các khái và định nghĩa cơ bản.	34
1. Kích thước danh nghĩa.	34
2. Kích thước thực.	34
3. Kích thước giới hạn.	34
4. Sai lệch.	34
5. Dung sai.	35
6. Lắp ghép.	35
7. Dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn.	36
II.Dung sai lắp ghép bề mặt trơn.	37
1. Cấp chính xác, sai lệch cơ bản và dung sai.	37
2. Lắp ghép.	40
3. Ghi ký hiệu sai lệch và lắp ghép trên bản vẽ.	41
4. Dung sai và lắp ghép ở ổ lăn.	41
5. Dung sai và lắp ghép then.	43
6. Dung sai và lắp ghép then hoa.	90

Trang

III. Dung sai hình dạng, vị trí và nhám bề mặt 92
1. Dung sai hình dạng và vị trí bề mặt 92
2. Nhám bề mặt 92
IV. Dung sai calíp trơn 98
V. Dung sai kích thước góc và lắp ghép côn trơn 111
1. Dung sai kích thước góc 111
2. Lắp ghép côn trơn 111
VI. Dung sai lắp ghép ren 117
1. Ren hệ mét 117
2. Ren thang 120
VII. Dung sai truyền động bánh răng trụ 141
1. Cấp chính xác và dạng đối tiếp 141
2. Đánh giá mức chính xác của truyền động bánh răng 143
3. Thể hiện độ chính xác hình học trên bản vẽ chế tạo bánh răng 144
CHƯƠNG III 167
Chọn phôi và xác định lượng dư gia công 167
I. Chọn phôi 167
1. Chế tạo phôi bằng phương pháp đúc 167
2. Chế tạo phôi bằng phương pháp rèn và dập nóng 185
II. Xác định lượng dư gia công 223
1. Khái niệm về lượng dư gia công 223
2. Các công thức tính toán lượng dư gia công 225
3. Trình tự xác định kích thước trung gian Theo các bước công nghệ và kích thước gia công 229
4. Các thông số để tính toán lượng dư 231
5. Phương pháp tính toán lượng dư cho công nghệ lắp giáp 243
6. Một số thí dụ tính toán lượng dư và kích thước gia công 246
7. Lượng dư gia công chung của phôi đúc 251
8- Lượng dư gia công chung và các sai lệch của phôi thép chế tạo bằng biến dạng dẻo 262
9. Lượng dư chung gian (lượng dư nguyên công) 262
CHƯƠNG IV 286
Dụng cụ cắt 286
I. Khái niệm chung 286
1. Các thông số hình học và cấu tạo của dụng cụ cắt 286
2. Các vật liệu chế tạo dụng cụ cắt và phạm vi sử dụng 290
II. Dao tiện, bào 295
1. Dao tiện gắn mảnh thép gió và dao tiện gắn mảnh hợp kim cứng 295
2. Các dao kẹp chặt bằng cơ khí các mảnh đa cạnh bằng gốm sứ và hợp kim cứng 308
3. các dao có lưỡi cắt bằng vật liệu com-pô-dít 316
III. Mũi khoan, mũi khoét, mũi doa 319
1. Mũi khoan 319

	Trang
2. Mũi khoét	334
3. Mũi doa	336
4. Dụng cụ tổ hợp	341
IV. Chuốt	345
1. Dao chuốt lỗ	345
2. Dao chuốt ngoài	345
V. Dao phay	356
1. Dao phay ngón	356
2. Dao phay chữ T	364
2a. Dao phay trụ	366
3. Dao phay đĩa	368
4. Dao phay góc	373
5. Dao phay định hình	374
6. Dao phay mặt đầu	375
VI. Dụng cụ gia công răng	379
1. Dao phay đĩa môđun	380
2. Dao phay ngón môđun	381
3. Dao lược cắt răng	381
4. Dao phay trục vít	383
5. Dao xọc răng	389
6. Dao cắt răng	393
7. "Khôn" răng	398
8. Dao bào răng	499
9. Đầu cắt răng	401
10. Đầu chuốt răng	407
11. Đầu dao có mang dao được mài sắc đầu	409
VII. Dụng cụ cắt ren	411
1. Đầu cắt ren tự mở có vành răng lược tròn	411
2. Đầu cắt ren tự mở có mặt ren theo hướng tiếp tuyến	411
3. Bàn ren và taro	415
4. Các loại dao cắt ren	430
VIII. Dụng cụ cán ren	436
1. Dụng cụ để cán ren ngoài	436
2. Dụng cụ để cán ren trong	445
IX. Dụng cụ dạng hạt (Dụng cụ dạng mài)	450
1. Vật liệu mài và phạm vi ứng dụng	450
2. Độ hạt và thành phần hạt của vật liệu mài	451
3. Chất kết dính của các dụng cụ hạt - Độ cứng	454
4. Cấu trúc của dụng cụ hạt và nồng độ tương đối của vật liệu mài	456
5. Cấp chính xác của dụng cụ hạt	457
6. Cấp không cân bằng của đá mài	458
7. Dụng cụ hạt trên nền mềm	458
8. Phân loại và ký hiệu hình dạng của đá mài	459
9. Sửa dũng dụng cụ hạt (sửa đá)	468
TÀI LIỆU THAM KHẢO	471

CHƯƠNG I. THIẾT KẾ CÁC QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ VÀ CÁC NGUYÊN CÔNG TRONG CHẾ TẠO MÁY

I.Thiết kế các quy trình công nghệ và các nguyên công trong chế tạo máy.

1.Ý nghĩa của công việc chuẩn bị sản xuất.

Bất cứ một sản phẩm nào trước khi đưa vào sản xuất đều phải qua giai đoạn chuẩn bị sản xuất - giai đoạn này rất quan trọng và chiếm nhiều thời gian.

Thiết kế quy trình công nghệ gia công chi tiết là một nội dung cơ bản của giai đoạn chuẩn bị sản xuất. Ngày nay do sự phát triển của khoa học kỹ thuật, đặc biệt là việc ứng dụng tin học vào lĩnh vực công nghệ đã rút ngắn được thời gian chuẩn bị sản xuất một cách đáng kể, mau chóng tạo ra các sản phẩm mới, đáp ứng kịp thời các nhu cầu của thị trường.

Để chế tạo một sản phẩm, có thể có nhiều phương án công nghệ. Vấn đề đặt ra là làm sao chọn được một phương án công nghệ hợp lý hoặc cao hơn là một phương án tối ưu.

Có hai trường hợp thiết kế quy trình công nghệ, một là khi thiết kế một nhà máy mới, hai là trong những điều kiện của một nhà máy đang hoạt động.

Quy trình công nghệ được thiết kế nhằm mục đích hướng dẫn công nghệ, lập các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật, lập kế hoạch sản xuất và điều hành sản xuất.

Ngày nay do nhu cầu xã hội về đa dạng hoá sản phẩm nhằm thoả mãn những nhu cầu sử dụng khác nhau dẫn đến đặc tính và hình dạng của sản phẩm cũng luôn luôn có nhhững điểm khác nhau. Để có thể đáp ứng được các nhu cầu trên, người ta đã thiết kế các quy trình công nghệ linh hoạt (quy trình công nghệ mềm). Quy trình công nghệ linh hoạt không những đáp ứng được nhu cầu sử dụng khác nhau mà còn có ý nghĩa lớn trong việc sản xuất các phụ tùng thay thế.

Một quy trình công nghệ được thiết kế cần phải có độ tin cậy nhất định. Độ tin cậy này chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố khách quan và chủ quan. Khi thiết kế một quy trình công nghệ người ta thường dựa vào các quy trình công nghệ gia công nhóm hoặc kiểu chi tiết đã có. Các chi tiết sẽ được sắp xếp thành các nhóm chi tiết, mỗi nhóm sẽ có một quy trình công nghệ điển hình. Nếu các chi tiết cần chế tạo không nằm trong các nhóm chi tiết điển hình thì việc thiết kế quy trình công nghệ cho chúng thuộc loại quy trình công nghệ đơn lẻ và cũng phải thoả mãn các yêu cầu chung sau đây:

-Phải bảo đảm chất lượng sản phẩm.

-Phương pháp gia công phải kinh tế nhất nghĩa là ít tiền nhất

-Phải áp dụng được những thành tựu mới trong khoa học kỹ thuật.

-Phải thích hợp với điều kiện cụ thể của nhà máy, như khả năng thiết bị, khả năng và trình độ của lực lượng cán bộ và công nhân.

-Phải ứng dụng các hình thức tổ chức sản xuất tiên tiến.

Khi thiết kế một quy trình công nghệ, cần phải có các tài liệu kỹ thuật sau đây:

a/ Bản vẽ kỹ thuật của chi tiết với đầy đủ:

-Mặt cắt, hình chiếu biểu diễn rõ ràng.

-Ghi đầy đủ kích thước dung sai và các điều kiện kỹ thuật khác.

-Ghi rõ những chỗ cần gia công đặc biệt.

-Ghi vật liệu của chi tiết, độ cứng và phương pháp nhiệt luyện.

b/ Sản lượng chi tiết, kể cả thành phần dự trữ cùng với những điều kiện hạn chế khác của sản xuất.

c/ Hình vẽ bộ phận của sản phẩm trong đó có chi tiết gia công.

d/ Những tài liệu về thiết bị như bản thuyết minh của máy, các tiêu chuẩn về dao, về đồ gá.

Ngoài ra còn cần có các tài liệu sổ tay như:

-Tiêu chuẩn xác định lượng dư, dung sai.

-Sổ tay đồ gá, các tranh chỉ dẫn về đồ gá, về dụng cụ cắt, dụng cụ đo.

-Tiêu chuẩn về vật liệu trong chế tạo máy.

-Tiêu chuẩn về chế độ cắt, về định mức kinh tế kỹ thuật.

Người thiết kế quy trình công nghệ cần nắm vững và sử dụng các tài liệu đó một cách thành thạo thì mới có thể thiết kế quy trình công nghệ tốt được.

2. Thiết kế các quy trình công nghệ và các nguyên công.

Khi đã có đầy đủ các tài liệu ban đầu, ta bắt tay vào việc thiết kế quy trình công nghệ và thường tuân theo trình tự sau đây:

a/ Nghiên cứu bản vẽ chi tiết.

Kiểm tra lại tính công nghệ trong kết cấu của nó, nghĩa là đứng về góc độ chế tạo để xem xét kết cấu của chi tiết đó có thuận lợi cho việc gá đặt, đo lường, kiểm tra trong quá trình chế tạo hay không. Rõ ràng rằng trong việc kiểm tra lại tính công nghệ trong kết cấu ở đây nhằm bảo đảm việc tiêu hao kim loại ít, khối lượng gia công và lắp ráp là ít nhất, do đó giá thành sẽ hạ nhất trong một điều kiện sản xuất nhất định. Sau đó xác định số lượng sản phẩm cần chế tạo.

b/ Nghiên cứu bảng phân loại chi tiết.

Sắp đặt các chi tiết vào các nhóm để từ đó có thể ứng dụng các quy trình công nghệ gia công nhóm hoặc quy trình công nghệ điển hình.

c/ Chọn phôi và phương pháp chế tạo phôi.

Chọn phôi phải căn cứ vào các yếu tố sau đây:

-Vật liệu và cơ tính vật liệu của chi tiết mà thiết kế đòi hỏi.

-Kích thước, hình dạng kết cấu của chi tiết.

-Sản lượng chi tiết hoặc dạng sản xuất.

-Hoàn cảnh và khả năng cụ thể của xí nghiệp.

-Khả năng đạt độ chính xác và yêu cầu kỹ thuật của phương pháp chế tạo phôi.

d/ Xác định chuẩn và chọn cách định vị, kẹp chặt cho từng nguyên công.

Chọn cách định vị và kẹp chặt chi tiết hợp lý là một trong những vấn đề cơ bản của việc thiết kế quy trình công nghệ. Vì khi ta không chế được các nguyên nhân khác sinh ra sai số gia công trong một mức độ nhất định, thì độ chính xác của chi tiết gia công chủ yếu là do quá trình gá đặt quyết định.

Chọn được phương án gá đặt hợp lý không những giảm được nthời gian phụ mà còn đảm bảo độ cứng vững tốt, nâng cao được chế độ cắt, dẫn đến giảm cả thời gian cơ bản.

e/ Lập thứ tự các nguyên công.

Lập thứ tự nguyên công là xác định hợp lý tiến trình công nghệ ứng với các bề mặt của chi tiết, sao cho chu kỳ gia công hoàn chỉnh một chi tiết là ngắn nhất, góp phần hạn chế chi phí gia công, bảo đảm hiệu quả nhất

Khi xác định trình tự các nguyên công cần theo các nguyên tắc sau:

-Nghiên cứu để chọn chuẩn thô và cách thực hiện nguyên công thứ nhất thật cẩn thận.

-Tiếp đó xác định trình tự các nguyên công sau và cách chọn chuẩn tinh.

-Căn cứ vào độ nhám bề mặt và độ chính xác yêu cầu mà chọn phương pháp gia công lần cuối của các bề mặt quan trọng.

-Cố gắng bảo đảm tính thống nhất về chuẩn tinh.

-Chú ý tới các nguyên công có thể sinh ra phế phẩm, những nguyên công này nên đặt trước để tránh lãng phí hoặc bố trí thêm việc kiểm tra trung gian.

-Chú ý tới những nguyên công dễ sinh biến dạng(như gia công thô hoặc nhiệt luyện). Tách những nguyên công này khỏi nguyên công gia công tinh, hoặc thêm vào quy trình những nguyên công thường hoá, nắn thẳng.v...v.

-Cố gắng giảm số lần gá, tăng số vị trí trong mỗi lần gá.

Thực chất của việc lập thứ tự các nguyên công là xác lập mối liên kết của các nguyên công gia công chi tiết đó. Mỗi nguyên công được thực hiện theo nguyên lý ứng với một phương pháp gia công thích hợp với kết cấu của chi tiết máy. Khi xác định phương pháp gia công cần dựa vào các tiêu chuẩn sau:

-Khả năng tạo hình của phương pháp gia công.

-Vị trí các bề mặt trên chi tiết gia công, tránh va đập khi cắt.

-Kích thước bề mặt gia công, kích thước tổng thể của chi tiết gia công và phạm vi gá đặt phôi trên máy thực hiện phương pháp gia công.

-Độ chính xác có thể đạt được của các phương pháp sẽ chọn.

-Giá trị nhỏ nhất của lượng dư gia công có thể cắt thuận lợi ứng với từng phương pháp

-Điều kiện sản xuất thực tế.

g/ Chọn máy cho mỗi nguyên công.

Đối với các nguyên công cắt gọt thì việc chọn máy dựa trên các nguyên tắc tổng quát sau đây:

-Kiểu loại máy được chọn, phải đảm bảo thực hiện được phương pháp gia công đã xác định cho chi tiết đó.

-Kích thước, phạm vi làm việc của máy phải đảm bảo quá trình gia công thuận tiện, an toàn.

-Máy được chọn đảm bảo đạt yêu cầu chất lượng gia công theo trình tự công nghệ chung của chi tiết gia công.

-Công suất và phạm vi điều chỉnh các thông số công nghệ phải tạo điều kiện gia công tốt, nghĩa là đạt chất lượng và năng suất gia công.

-Chọn máy có năng suất gia công cao, nghĩa là nên sử dụng máy có phí tổn thời gian gia công là ít nhất.

Mặt khác phải bảo đảm hệ số sử dụng máy theo yêu cầu về khả năng kỹ thuật và vốn thời gian làm việc của máy.

-Ở quy mô sản xuất nhỏ(loạt nhỏ, đơn chiếc) cần tập trung quá trình gia công trên một vài máy để giảm chi phí vận chuyển và các chi phí khác trong sản xuất.

-Cần chú ý điều kiện sản xuất thực tế để chọn máy cho phù hợp.

h/ Xác định lượng dư giữa các nguyên công và dung sai nguyên công, từ đó xác định kích thước cần thiết của phôi.

i/ Chọn dụng cụ cắt và dụng cụ đo lường. Thiết kế những dụng cụ đặc biệt, chuyên dùng.

k/ Chọn đồ gá, nếu cần, thiết kế các đồ gá chuyên dùng.

l/ Xác định chế độ cắt.

m/ Định cấp bậc công nhân.

n/ Định mức thời gian và năng suất, tính toán kinh tế, so sánh phương án về mặt kinh tế.

o/ Lập phiếu công nghệ, vẽ các sơ đồ nguyên công.

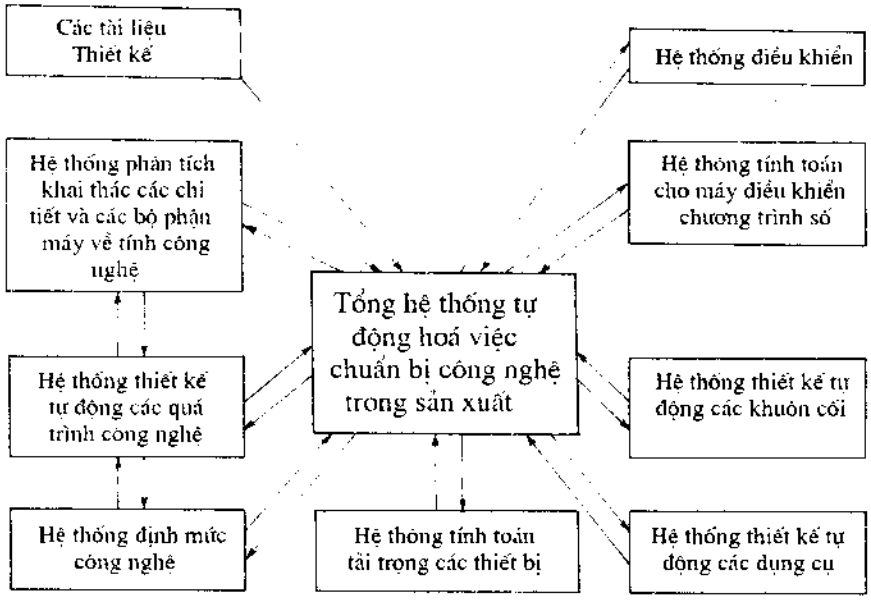
Nội dung các bước trên đều cần thiết, không thể thiếu bước nào được nhưng mức độ thì khác nhau, tuỳ theo dạng sản xuất và tình hình cụ thể mà trình tự có thể thay đổi đôi chút.

II. Thiết kế tự động các quá trình công nghệ trong chế tạo máy.

1.Khái niệm chung.

Để đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của con người, hiện nay các mặt hàng công nghiệp yêu cầu thay đổi hoặc cải tiến liên tục về kỹ thuật và mỹ thuật. Điều đó dẫn đến cần thiết phải rút ngắn giai đoạn chuẩn bị sản xuất, đặc biệt là chuẩn bị công nghệ cho sản xuất cơ khí.Trong những năm gần đây người ta đã sử dụng các hệ thống tự động việc chuẩn bị công nghệ trong sản xuất. Đó là một hệ thống mà trong đó hơn 60% khối lượng công việc kỹ thuật được hoàn thành một cách tự động trên máy tính. Đầu vào của hệ thống là các tài liệu kết cấu, còn đầu ra là các số liệu dùng cho sự hoạt động bình thường của hệ thống tự động điều khiển

quá trình và chia nhỏ sản xuất để tiến tới sản xuất các sản phẩm mới trong một thời hạn đã cho với một số lượng nhất định. Tổng hệ thống tự độnghoá việc chuẩn bị công nghệ trong sản xuất bao gồm nhiều hệ thống nhỏ như sơ đồ hình 1-1.



Hình 1-1. *Tổng hệ thống tự động hoá việc chuẩn bị công nghệ trong sản xuất*

Trong phần này chúng ta đi sâu vào hệ thống thiết kế tự động các quá trình công nghệ.

Đó là một hệ thống được dùng để thiết lập tự động các hành trình và các nguyên công công nghệ khi chế tạo các loại chi tiết khác nhau.

Khái niệm về chi tiết gia công, về thành phần của những chi tiết cần chế tạo, việc gia công chúng cần được thiết kế theo phương án gia công nhóm hay điển hình, cũng như việc chia chi tiết theo các phạm vi hẹp hơn được mô tả trên ngôn ngữ công nghệ tạo hình được dùng làm tài liệu ban đầu để thiết kế tự động.

Những nhiệm vụ chính mà hệ thống thực hiện là xác định các phương pháp gia công hợp lý các bề mặt của toàn bộ chi tiết, đặc biệt là các mặt chính xác.

Xác định hình dạng và kích thước hợp lý nhất của phôi, hình thành các nguyên công công nghệ, chọn chuẩn công nghệ và sơ đồ gia công, xác định kích thước nguyên công, và lượng dư gia công, xác định sự liên tục của các nguyên công, chọn thiết bị, trang bị, dụng cụ, xác định chế độ cắt tiêu chuẩn, xác định thời gian máy và thời gian phụ...

Hệ thống thiết kế quá trình công nghệ làm việc trên cơ sở các chương trình thiết kế đã được khởi thảo trước nhờ việc tập hợp các hành trình gia công các chi tiết đơn giản và các chi tiết nhóm. Khi đó cho phép những chỉ dẫn công nghệ về việc chọn (thí dụ như chọn phương pháp gia công hoặc là chuẩn định vị đã cho trong giai đoạn thu lượm và tập hợp các thông tin ban đầu) hoặc trên cơ sở sử dụng những chỉ dẫn công nghệ được đưa ra bởi những người làm công nghệ trước khi bắt đầu thiết kế nguyên công.

Hệ thống này có thể làm việc ở chế độ tự động và ở chế độ người - máy, với phép biểu diễn các kết quả trung gian của việc thiết kế trên màn hình. Trong thành phần của ngân hàng dữ liệu của hệ thống, người ta đưa vào các số liệu:

-Hành trình gia công chi tiết nguyên bản.

-Danh mục và đặc tính kỹ thuật của các phương án gia công các bề mặt của toàn bộ chi tiết.

-Danh mục và đặc tính kỹ thuật của thiết bị, của đồ gá và các dụng cụ vạn năng cũng như chuyên dùng.

-Bảng lượng dư và dung sai.

-Bảng mô tả và nêu cách điều chỉnh các đặc trưng kỹ thuật của dao cắt, của dụng cụ đo và dụng cụ phụ.

Các tài liệu đưa ra trong quá trình thiết kế là các bản vẽ phôi, bảng thứ tự hành trình công nghệ, bảng sơ đồ nguyên công.

Khi thiết kế một quá trình công nghệ thì công việc đầu tiên và quan trọng là dựa trên việc phân tích về chọn chuẩn, cần thiết kế ra một trình tự gia công, thường gọi là hành trình công nghệ, rồi sau đó tuỳ theo yêu cầu sản xuất(sản lượng, khả năng thiết bị, trình độ tự động trong sản xuất...)người làm công nghệ mới tiếp tục đi sâu hơn vào việc tính toán và lập nên các thông số thuộc về công nghệ.

2. Đặc điểm và những nguyên tắc chính của việc thiết lập các hệ thống thiết kế tự động các quá trình công nghệ.

Khi thiết lập các hệ thống thiết kế tự động trong đó có hệ thống thiết kế các quy trình công nghệ, cần phải lưu ý tới một loạt các vấn đề sau:

-Hệ thống thiết kế tự động là một hệ thống làm việc có sự hỗ trợ của máy vi tính, đó là một hệ thống mở, luôn luôn phát triển và ngày càng được khai thác ứng dụng trong việc chuẩn bị sản xuất; các hệ thống chuẩn mẫu đã có ngày càng được mở rộng, các hệ thống mới được xác lập, đồng thời với việc hoàn thiện các chương trình và mô hình toán.

-Hệ thống thiết kế tự động các quá trình công nghệ thường bao gồm nhiều hệ thống nhỏ, các hàm lôgic và các hàm khác (việc thiết kế các sơ đồ nguyên lý của quá trình công nghệ , thiết kế các hành trình công nghệ, thiết kế nguyên công, lập nên các quy trình điều khiển cho các máy CNC). Mức độ tự động của hệ thống phụ thuộc vào trình độ

chuyên ngành cũng như là các phương tiện kỹ thuật (trung tâm tính toán, khu vực làm việc tự động).

- Hệ thống thiết kế tự động là tổng hợp các hệ thống thông tin. Nó phục vụ cho tất cả hoặc đa số các nhiệm vụ cần được giải quyết theo các chương trình đã cho. Hệ thống thông tin không tốt sẽ dẫn tới những sai lệch cho cả chương trình tự động ở giai đoạn sau.

- Hệ thống thiết kế tự động cần phải là hệ thống không thay đổi, tức là hệ thống vạn năng hoặc là hệ thống kiểu mẫu. Nó được cấu tạo từ những hệ thống nhỏ hơn, đó là những phần nhỏ của hệ thống chung mà nhờ nó có thể nhận được các kết quả của việc thiết kế theo quy luật nào đó.

Mỗi hệ thống nhỏ gồm nhiều phần tử dữ liệu (ngân hàng dữ liệu), thường bao gồm các dữ liệu sau:

-Dữ liệu phương pháp: là tổng hợp các tài liệu xác định thành phần và quy tắc chọn, khai thác các phương tiện cần thiết để hoàn thành việc thiết kế tự động.

-Dữ liệu thông tin: bao gồm các khái niệm, các định nghĩa cần thiết để hoàn thành việc thiết kế.

-Dữ liệu về toán: bao gồm các phương pháp và các mô hình toán, các thuật toán cần thiết.

-Dữ liệu ngôn ngữ: là tổng hợp các ngôn ngữ thiết kế bao gồm các khái niệm, định nghĩa, các quy tắc để hình thành các ngôn ngữ tự nhiên và các phương pháp sắp đặt chúng để có thể thực hiện được công việc thiết kế cần làm.

-Dữ liệu chương trình: bao gồm các chương trình của máy cần thiết cho việc thiết kế các hình dạng đã cho. Nó được chia ra làm hai loại:

+ Dữ liệu chương trình chung.

+ Dữ liệu chương trình chuyên dùng.

-Dữ liệu kỹ thuật: bao gồm các phương tiện kỹ thuật có liên quan tới nhau, được dùng khi thiết kế.

-Dữ liệu tổ chức: là các tài liệu liên quan đến các thành phần của tổ chức thiết kế khi chia nhỏ ra và sự liên quan giữa các bộ phận đó.

Khuynh hướng hiện nay của việc thiết kế công nghệ tự động là tạo nên các hệ thống tổng thể để xác lập kết cấu sản phẩm, thiết kế công nghệ, chuẩn bị chương trình điều khiển của thiết bị, chế tạo chi tiết, lắp ráp sản phẩm, bao gói, vận chuyển sản phẩm với một đặc điểm quan trọng là mềm dẻo và linh hoạt.

3.Tổng thể cấu trúc khi thiết kế các quá trình công nghệ.

Tổng thể cấu trúc khi thiết kế tự động các quá trình công nghệ hoàn toàn phụ thuộc vào mức độ phức tạp của sản phẩm.

+Độ phức tạp bậc nhất (mức độ đơn giản) thì quá trình công nghệ chỉ là các nguyên công hoặc các bước công nghệ, khi đó người ta dùng các bảng có sẵn.

+Độ phức tạp bậc hai (quá trình công nghệ ở dạng các hành trình công nghệ nhóm).

Khi đó để cho từng nhóm chi tiết người ta lập một quy trình công nghệ chung, bao gồm tất cả các nguyên công đặc trưng cho nhóm chi tiết đó. Bảng liệt kê ở đây được lập theo một trình tự nhất định, trong bảng có chứa tất cả các hành trình công nghệ cá biệt, có đầy đủ các tính tiên tiến và những kinh nghiệm sản xuất của xí nghiệp hay của ngành đó.

Điều kiện cần để có thể đưa một quá trình công nghệ cá biệt vào trong quy trình công nghệ tổng hợp là phải tồn tại các vùng trực giao của các nguyên công công nghệ. Ví dụ: hai quá trình công nghệ cá biệt M_1 và M_2 trong tập hợp quá trình hữu hạn có đạc tính cắt nhau và không trống vắng $M_1 \bigcap M_2 \neq \Phi$

Đặc điểm quan trọng(chỉ tiêu tối ưu) của việc hình thành quy trình công nghệ tổng hợp là công suất trực giao của tập hợp hữu hạn các nguyên công của các quá trình công nghệ riêng lẻ [số nguyên công giống nhau , tham gia vào vùng trực giao này không tính tới quan hệ về trình tự của các thành phần (nguyên công) tham gia trong tập hợp]

$$/M_{trực\ giao}/ = \prod_{i=1}^{n} Mi(1,2,.....n) \longrightarrow \max$$

Lúc này công suất của quy trình tổng hợp phải có giá trị nhỏ nhất.

$$/M_y^*/ = \bigcup_{i=1}^{n} Mi(i = 1,2,.....n) \longrightarrow \min$$

Ở đây: $\prod$. $\bigcup$ -ký hiệu trực giao và kết hợp của các tập hợp.

Ứng với mỗi nguyên công của quy trình tổng hợp tồn tại một hàm lôgic. Hàm lôgic này phụ thuộc vào điều kiện có tính đến các đặc điểm hình học của bề mặt dạng phôi liệu, độ chính xác gia công yêu cầu, bề mặt,số lượng và kích thước của loạt chi tiết.

Tóm lại hàm lôgic của việc chọn nguyên công thứ k:

$$f_k = \bigvee_{j=1}^{n_2} (\bigwedge_{i=1}^{n_1} A_i)$$

Ở đây; A_i - điều kiện theo bảng tra cho từng nhóm chi tiết

$i = 1,2.....n_1$ - số ràng buộc của phép hội.

$j = 1,2.....n_2$ - số điều kiện ràng buộc của phép đối hội.

Lúc này hàm lôgic xác định quy trình tổng hợp sẽ có dạng:

$$\Phi = \bigvee_{k=1}^{n_3} (\bigvee_{j=1}^{n_2} (\bigwedge_{i=1}^{n_1} A_i)_k$$

Với $k = 1,2,.....n_3$ là số mã C_k của các nguyên công trong quy trình tổng hợp. Mã của nguyên công đặc trưng cho kiểu nguyên công(tiện, phay v...v.) và đặc điểm riêng của nguyên công (ví dụ: gia

công trên hai mũi tâm, trong chấu kẹp, giá đỡ luynet v...v.).

Λ - Ký hiệu " VÀ " - tích lôgic.

∇ - ký hiệu "HOẶC " - tổng lôgic.

V - Ký hiệu "HAY, HOẶC " - tổng lôgic.

Thiết lập các quá trình công nghệ riêng lẻ có thể thực hiện bằng cách tách chúng ra từ quy trình công nghệ tổng hợp.

Các số liệu ban đầu của quá trình vừa nêu chính là các điều kiện d^c_i đặc trưng cho chi tiết cụ thể.

Đối với một số nguyên công khi chúng là các nguyên công chung cho tất cả các chi tiết gia công(cả nhóm) thì hàm lôgic vắng mặt, nghĩa là $f_k = 0$. Mỗi một tập hợp điều kiện : $(\bigwedge_{i=1}^{n_1} A_i)$ sẽ được so sánh với điều kiện của chi tiết cụ thể. Đối với một số nguyên công C_k tham gia vào quá trình riêng lẻ M_i và có hàm lôgic $f_k \neq 0$ thoả mãn yêu cầu tồn tại ít nhất một bộ điều kiện $d_j = (\bigwedge_{i=1}^{n_1} A_i)_j$ liên kết với nhau bởi tính lôgic tạo nên từ tập hợp các hàm lôgic f của mã này, nghĩa là:

$$\forall_i C_k \in M_i \left[\exists d_j \, (d_j \subseteq f_k) \right] .$$

Khi đó điều kiện để nguyên công k của quy trình tổng hợp có thể tham gia vào quá trình riêng lẻ sẽ là:

$$d_{jk} = d_j^c .$$

Ở đây: d_j^c - là bộ điều kiện đặc trưng cho chi tiết cụ thể. Sơ đồ khối của thuật toán này cho trên hình 1-2.

+Độ phức tạp bậc ba.

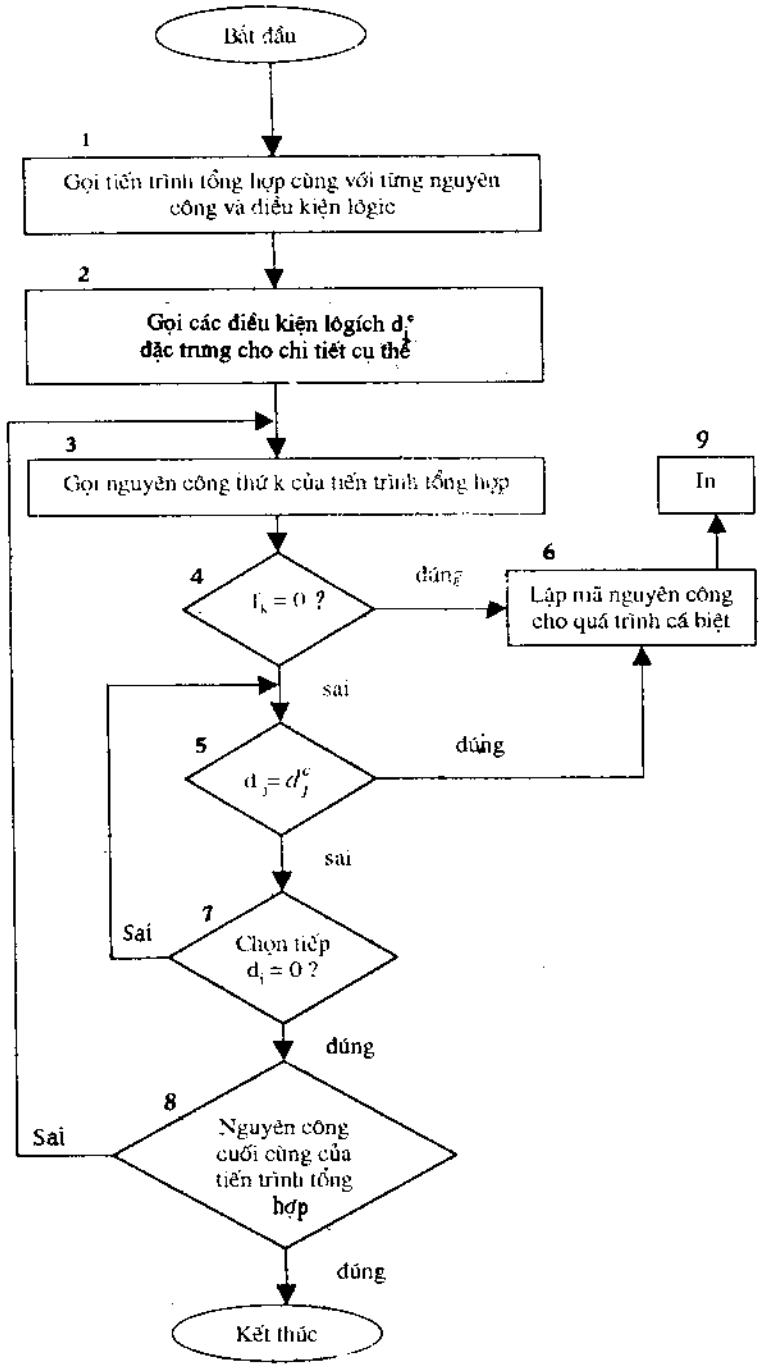
Bài toán chọn phương án cấu trúc có thể giải được với một số hữu hạn kết quả từ chính các phương án đã biết.Để giải bài toán này người ta thường sử dụng giả thuật chọn có định hướng (ví dụ,lập trình tuyến tính gián đoạn), giả thuật tuần tự v...v, để đưa tới việc chọn lựa triệt để bằng cách hạn chế vùng tìm kiếm ngay ở giai đoạn thiết lập các dữ liệu ban đầu.

Ví dụ như việc tối ưu hoá kế hoạch gia công bề mặt chính là một dạng bài toán có cấu trúc tổng hợp khi chọn phương án (theo kế hoạch) được thực hiện với một số lượng lớn (hữu hạn) các phương án đã có.

Để có được phương án tối ưu người ta sử dụng thuật toán lập trình gián đoạn, tìm ra các điều kiện mà theo đó thoả mãn quá trình tối ưu nhiều bước.

Quá trình phân tích như trên còn được gọi là lập trình động.

Chiến lược tối ưu có tính chất là để đạt được một trạng thái nào đó (một bước công nghệ) người ta có thể đi theo nhiều con đường khác nhau nhưng các lời giải tiếp theo vẫn luôn luôn thuộc về chiến lược tối ưu của vùng kế hoạch gia công bắt đầu từ trạng thái đó. để có thể mô tả các



Hình 1-2. *Sơ đồ khối của thuật toán thiết kế tiến trình công nghệ cá biệt.*

nguyên tắc tối ưu chúng ta có thể sử dụng một số ký hiệu sau đây:

$f_n(p_i)$ - Giá thành công nghệ đáp ứng chiến lược giá thành tối thiểu của kế hoạch gia công từ bước công nghệ p_i tới bước cuối cùng (nếu tới nó còn tồn tại n bước).

$j_i(p_i)$ - Lời giải cho phép đạt được $f_n(p_i)$.

Đặc điểm chung của tất cả các mô hình lập trình động là đưa các bài toán cần tìm lời giải về các biểu thức tương tác có dạng sau:

$$f_n(p_i) = min\ [C_{p_i} + f_{n-1}(p_i)\ ]. \quad (1\text{-}1)$$

Ở đây C_{p_i} -Giá thành công nghệ khi thực hiện bước công nghệ p_i.

Các phương án có thể của việc gia công bề mặt tạo nên một lưới đồ hoặc một đồ hoạ tín hiệu.

Biểu thức tương tác (1-1) ở trên cho phép chọn một hay một số phương án tốt nhất trong vô số các phương án có thể. Các phương án được chọn cho biết chiều sâu cắt, lượng chạy dao và vận tốc cắt cho tất cả các bước công nghệ và phôi liệu ban đầu.

Các bài toán lập trình có mục đích cũng thuộc mức độ phức tạp thứ ba của bài toán tổng hợp cấu trúc. Trong quá trình lập trình các bài toán dạng này ngoài yêu cầu tuyến tính và hạn chế bắt buộc của các thông số còn bổ sung thêm yêu cầu định hướng của các biến số. Ví dụ: cần chia một tập hợp có sẵn các bước theo các vị trí của máy (máy tiện đứng, ngang nhiều trục bán tự động, máy tự động dùng phôi thanh v...v.).Để thực hiện quá trình phân chia này người ta đưa vào một số tham biến sau:

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, \text{Nếu bước thứ I thực hiện trên vị trí thứ j} \\ 0 \text{ Nếu ngược lại} \end{cases}$$

Ở đây $i = 1,2,.....p;$

$j = 1,2,.....m;$

Các nhóm điều kiện hạn chế cơ bản là:

a/ Một số bước công nghệ xác định cần phải được bố trí trên các vị trí nhất định của máy.

$\sum X_{ij} = 1$ ở đây A_i - Tập hợp các chỉ số vị trí mà trên đó có thể thực hiện được bước thứ i.

b/ Việc thực hiện các bước phải tuân theo một trình tự nhất định.

$$X_{ij} \le \sum_{v=1}^{j} X_{i'v} \quad \text{với mọi } i' \in B_i\ ;\ j \in A_i \quad (1\text{-}2)$$

Trong đó B_i - Tập hợp các bước mà nếu chúng chưa được thực hiện được bước thứ i.

c/ Một số bước có thể kết hợp được trên cùng một vị trí

$\sum_{c} X_i \leq k$; khi đó quá trình kết hợp thực hiện theo chỉ số của các bước đang xét.

Số nguyên k mô tả số bước có thể kết hợp được trên một vị trí.

Nếu cần tìm cực tiểu của hàm mục đích với các điều kiện hạn chế ở trên ta có:

$$Z = \sum_{j} \sum_{i} C_{ij} X_{ij} \qquad (1\text{-}3)$$

Ở đây C_{ij} - Giá thành bước thứ i trên vị trí j.

Bài toán lập trình có mục đích với các biến của dạng hàm Bun này có thể giải được bằng phương pháp chọn từng phần (giải thuật phối hợp).

+Độ phức tạp thứ tư (chọn các phương án trong một tập hợp có số phần tử không biết trước hoặc chọn các phương án trong một tập hợp có số phương án không giới hạn).

Các bài toán tổng hợp có cấu trúc ở mức độ này được giải với sự tham gia tích cực của nhà công nghệ và thực hiện ở chế độ giao tiếp cùng máy tính điện tử. Ví dụ, khi thiết kế nguyên công tiện trên máy tự động dùng phôi thanh,bằng chế độ giao tiếp với máy tính sẽ lập được trình tự tác động nhất định giữa nhà công nghệ vơi máy (hình 1-3).

Nhà công nghệ khi làm việc ở chế độ giao tiếp với máy tính sẽ chọn phương án sao cho có thể dung hoà giữa năng suất của máy và xác suất bảo đảm chất lượng của chi tiết gia công theo yêu cầu.

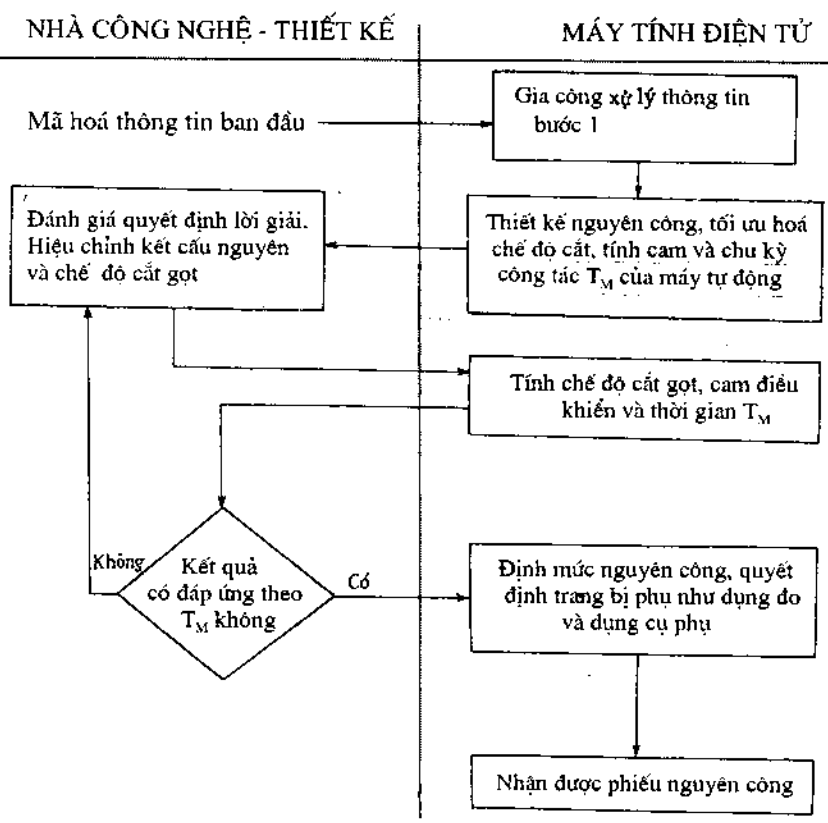
Máy tính giúp nhà công nghệ quyết định phương án thay đổi cấu trúc, tính toán theo chương trình chế độ cắt và năng suất của máy tự động.

Khối lượng lao động khi thiết kế nguyên công có thể giảm bớt nhờ chuyển từ chế độ giao tiếp sang chế độ " trọn gói".

Các bài toán tương tự được giải nhờ sử dụng phương pháp"dạyhọc" (phương pháp hình thành các khái niệm).

Phương pháp"dạy học" ở đây có thể là chương trình có dạng ΠΑΡΚ (chương trình phân loại và nhận biết tự động - thuộc Viện hàn lâm khoa học Liên-xô trước đây). Các chương trình trên cho phép phân bổ các công việc cổ điển và công việc sáng tạo ở chế độ "trọn gói" với trình độ cao hơn. Nhà công nghệ chỉ việc nhập dữ liệu vào và kiểm tra kết quả cuối cùng.

Chế độ giao tiếp này cũng được sử dụng khi chuẩn bị các chương trình điều khiển.



Hình 1 - 3. *Sơ đồ giao tiếp của người thiết kế - công nghệ với máy tính điện tử khi thiết kế nguyên công cho máy tự động*

Một trong các chỉ tiêu đánh giá quá trình xây dựng các chương trình điều khiển là khả năng không có sai sót trong các chương trình điều khiển. Để loại bỏ các sai sót trong chương trình điều khiển nhờ các hệ thống lập trình tự động đã biết, thường cần khoảng thời gian từ 8 ÷ 12 giờ. Việc giao tiếp cho phép giảm thời gian chỉ còn 1,2 ÷1,8 giờ.

Tuy nhiên giao tiếp không phải bao giờ cũng cho hiệu quả kinh tế cao, do vậy nhu cầu chuyển từ chế độ giao tiếp sang chế độ tự động trình độ cao hơn nhờ phương pháp "dạy học " ngày càng cấp bách.

Thí dụ: chế độ "dạy học " khi chọn chuẩn công nghệ khi gia công tiện bằng chấu cặp được đặc trưng bởi trình tự sau:

a/ *Trên màn hình của hệ thống lập trình tự động, các trương trình điều khiển sẽ đưa ra:*

- Ký hiệu chi tiết dạng số.
- Dạng chuẩn.
- Số thứ tự của chuẩn.
- Mã tìm kiếm (ví dụ: dạng chuẩn là C1=I1, II1, II2; trong đó I1- Mã dạng chuẩn; II1-Phương pháp tính đường kính chuẩn; II2- Phương

pháp tính khoảng cách từ chuẩn tới mặt đầu thứ hai của chi tiết).

b/ Thể hiện đầy đủ các chi tiết để thực hiện tác động(Tạo thuật giải chọn chuẩn).

c/ *Bằng cách đưa ra lần lượt các câu hỏi*, hệ thống lập trình tự động các chương trình điều khiển sẽ thiết lập thuật giải sơ bộ.

Nhà công nghệ sẽ thiết lập thuật giải chọn chuẩn nhờ các chỉ dẫn cơ sở có sẵn. Các chỉ dẫn cơ sở(về dạng gá đặt và phôi, các đặc điểm kết cấu chính của chi tiết v...v.) và một số chỉ dẫn cụ thể có thể đưa vào bàn phím sẽ được nhà công nghệ lần lượt nhập vào. Sau khi xử lý từng chỉ dẫn, chương trình sẽ đưa ra câu hỏi có tiếp tục công việc hay không.

Hệ thống các chỉ dẫn cơ sở tạo ra một dạng biểu mẫu sơ bộ và sẽ được bổ sung bằng các tính toán về các thông số chuẩn. Chương trình con về chọn chuẩn và các tính toán của chuẩn vừa thu được sẽ được hệ thống tự động nhập vào thư viện các chương trình con chọn chuẩn với mã khoá phù hợp với mã mô tả tìm kiếm ban đầu.

Phương pháp tiếp cận quá trình xây dựng chương trìmh điều khiển vừa trình bày (dùng cho các máy tiện điều khiển theo chương trình số) cho phép giảm tới 40÷50% khối lượng công việc so với phương pháp giao tiếp mà chất lượng chương trình vẫn được nâng cao.

+Độ phức tạp thứ năm.

Đây là mức độ tổng hợp cấu trúc phức tạp nhất, có mục đích thiết lập ra các quá trình công nghệ về nguyên tắc là hoàn toàn mới. Việc tổng hợp cấu trúc được thực hiện bằng phương pháp thiết kế-tìm kiếm.

Một hướng của phương pháp thiết kế - tìm kiếm là phương pháp so sánh, phương pháp này bao gồm:

a/ Giải thích, làm sáng tỏ và hình thành bài toán công nghệ.

b/ Chọn một vài quá trình công nghệ tương đương.

c/ Phân tích các quá trình vừa chọn, tìm ra các nhược điểm của nó, xây dựng bài toán ở dạng trả lời các câu hỏi sau:

Các chỉ tiêu chất lượng nào trong quá trình công nghệ tổng hợp cần được cải tiến nâng cao và mức độ nâng cao trình độ của chúng.

Các thông số chất lượng mới nào của chi tiết cần được quá trình công nghệ mới bảo đảm và các thông số chất lượng nào cần loại bỏ.

d/ Quyết định lời giải cuối cùng.

4. Mô hình toán học khi thiết kế tự động các quá trình công nghệ.

Mô hình toán học của quá trình công nghệ và các thành phần của nó là một tập hợp các biểu thức quan hệ mô tả đối tượng và trạng thái của nó trong điều kiện sản xuất với độ chính xác yêu cầu. Khi xây dựng các mô hình toán học, người ta sử dụng một loạt các phương tiện toán học để mô tả đối tượng như lý thuyết các tập hợp, lý thuyết đồ họa, lý thuyết xác suất, lôgic học, lập trình toán học, các phương trình vi phân, tích phân .v..v.

Việc mô tả bằng các biểu thức toán học ở mức độ của các tính chất cấu trúc, lôgic và số lượng sẽ có những dạng cụ thể ứng với từng đối tượng xác định.

Ví dụ, tập hợp các thông số ảnh hưởng tới quá trình chọn vận tốc cắt khi gia công bằng các phương pháp khác nhau có thể biểu diễn như sau:

$M_v = \{T_u, m, t, s, d, B, C_v, K_v, X_v, Y_v, Z_v,$

Trong đó: T_u - Tuổi bền dụng cụ , phút.

m - Hệ số tuổi bền tương đối của dụng cụ, phút.

t - Chiều sâu cắt, mm.

s- Lượng chạy dao, mm/vòng

d - Đường kính bề mặt hoặc đường kính dụng cụ, mm.

B - Chiều rộng của bề mặt gia công, mm.

C_v - Hệ số đặc trưng cho bề mặt gia công.

K_v - Hệ số điều chỉnh của vận tốc cắt.

X_v , Y_v, Z_v,Y_v Hệ số mũ.

Các biểu thức lôgic mô tả quan hệ giữa các thông số kể trên với vận tốc cắt V có dạng:

$$V = T_u \Lambda m \Lambda C_v \Lambda K_v \left[(t \Lambda X_v) V (s \Lambda Y_v) V (d \Lambda Z_v) V (B \Lambda Y_v) \right]$$

trong đó: T_u, m, C_v, và K_v luôn là các số thực, còn giá trị của các biến số khác phụ thuộc vào phương pháp gia công bằng cắt gọt.

Các công thức quan hệ về số lượng giữa các thông số có tính đến mức độ tồn tại thực sự các giá trị lôgic của chúng có dạng:

Khi tiện ngoài:

$$V = \frac{CvKv}{T_u^m t^{Xv} s^{Yv}} \qquad (1\text{-}4).$$

Khi khoan:

$$V = \frac{Cv.Kvd^{Zv}}{T_u^m S^{Yv}} \qquad (1\text{-}5).$$

Có nhiều dạng khác nữa.

Do vậy các công thức (1-4), (1-5) chính là mô hình toán học để tính vận tốc cắt ở các mức độ dự tính khác nhau.

Các mô hình toán học đòi hỏi độ chính xác rất cao, phải có tính kinh tế và vạn năng khi sử dụng.

Tính kinh tế của các mô hình toán học được đánh giá bằng chi phí thời gian máy (thời gian làm việc của máy tính).

Mức độ vạn năng của mô hình toán được xác định bởi khả năng sử dụng của nó để phân tích một số lớn các quy trình công nghệ và thành phần của các quy trình công nghệ đó.

Yêu cầu về độ chính xác với tính kinh tế và tính vạn năng của mô hình toán học rất mâu thuẫn nhau, do vậy cần xác định một lời giải phù hợp cho phép hoà giải các yêu cầu trên.

Khi thiết kế công nghệ ở các trình độ khác nhau các nhà công nghệ sử dụng các mô hình cấu trúc, cấu trúc - lôgic, hoặc mô hình lý thuyết.

Các mô hình cấu trúc và cấu trúc - lôgic chia thành các loại sau: mô hình bảng, mô hình lưới, mô hình chuyển đổi. Các mô hình kể trên được xác dịnh bởi các dòng ngang của ma trận trong hàm Bun (1 -6).

$$\left[S_{ij}F(S) \right] = \left| \begin{array}{cccc|c} F_G & F_n & F\lambda & F_a & \\ 1 & 1 & 1 & 1 & S_1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & S_2 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & S_3 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & S_4 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & S_5 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & S_6 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & S_7 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & S_8 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & S_9 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & S_{10} \\ 0 & 0 & 1 & 0 & S_{11} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & S_{12} \end{array} \right| \quad (1\text{-}6)$$

Ở đây: S_i - Các tính chất của mô hình có ảnh hưởng tới nội dung của quá trình thiết kế.

$F(s)$ - Tập hợp các tính chất.

F_G - Tập hợp các tính chất, nếu tất cả các đồ hoạ của đối tượng A_k được thiết kế theo mô hình đã chọn đi theo các đường dẫn hoặc các mạch liên kết đơn giản thì

$F_G=1$, còn trong trường hợp ngược lại $F_G=0$;

F_n - Tập hợp các tính chất có tính đến số các phần tử trong tất cả các phương án của các đối tượng A_k($F_n=1$ - số phân tử a_i bằng nhau, còn $F_n=0$ nếu ngược lại).

$F\lambda$ - Tập hợp các tính chất có tính đến quan hệ giữa các phân tử bất kỳ của đối tượng $a_i a_j \in A_k$ trong tất cả các phương án của các đối tượng A_k ($F\lambda=1$, quan hệ không bị thay đổi, và $F\lambda=0$ trong trường hợp ngược lại).

F_a - Tập hợp các tính chất có tính đến thành phần của các phân tử a_i trong a_k ($F_a=1$ -nếu thành phần giống nhau, $F_a=0$ nếu ngược lại).

Trong bảng ma trận (1-6) ở trên mô hình dạng S_1 gọi là mô hình dạng bảng. Trong mô hình dạng bảng ứng với một tập tính chất $F(A_k)$ sẽ có một phương án thiết kế của đối tượng A_k duy nhất. Do đó các mô hình dạng bảng được sử dụng để tìm kiếm các lời giải tiêu chuẩn điển hình hoặc có sẵn.

Các mô hình của các dạng còn lại dùng để nhận biết các lời giải cá biệt hoặc các lời giải chuyên dùng khi tồn tại nhiều phương án và quá trình giải phải tiến hành theo chế độ tối ưu.

Các mô hình dạng S_2, S_5, S_7, S_8 và S_{11} được gọi là mô hình lưới. Cấu trúc của các mô hình lưới được mô tả bằng một đồ hoạ định hướng không có các chương trình dự đoán trước. Trong mô hình loại này có thể tồn tại nhiều phương án của đối tượng thiết kế A_k, tuy nhiên trong tất cả các phương án, tỷ lệ tương tác giữa các phần tử cấu thành luôn không đổi.

Các mô hình dạng S_3, S_4, S_6, S_9, S_{10} và S_{11} gọi là mô hình chuyển đổi. Quan hệ tương tác giữa các phần tử của đối tượng thiết kế A_k trong các đối tượng chuyển đổi thường được biểu diễn thông qua một đồ hoạ có chứa các chu trình định trước. Các phương án khác nhau của đối tượng A_k thiết lập theo mô hình chuyển đổi đặc trưng bởi mức độ tương tác giữa các phần tử cấu thành chúng.

Đối tượng thiết kế A_k có thể là quá trình công nghệ, nguyên công, bước công nghệ.

Nếu quá trình công nghệ được xem như đối tượng thiết kế thì các nguyên công sẽ là các phần tử của đối tượng.Còn khi thiết kế các nguyên công, các bước công nghệ sẽ là các phần tử tương ứng.

Nếu A_k phải chứa một bộ phần tử định trước $a_i \in A$ thì:

$$A_k = a_1 \Lambda a_2 \Lambda,\ldots \Lambda a_i \Lambda,\ldots,\Lambda a_n = \bigwedge_{i=1}^{n} a_i$$

Nếu A_k có thể chứa một phần tử a_i bất kỳ $a_i \in A$ thì:

$$A_k = a_1 V a_2 V..,\ldots Va_i V,\ldots,Va_n = \bigvee_{i=1}^{n} a_i$$

Còn nếu một phần tử duy nhất bất kỳ nào đó $a_i \in A$ thì:

$$A_k = a_1 \nabla a_2 \nabla..,\ldots \nabla a_i \nabla,\ldots, \nabla a_n = \nabla_{i=1}^{n} a_i$$

Dưới đây là các mô hình dạng bảng, dạng lưới và dạng chuyển đổi.

Khi gia công nhóm chi tiết (hình 1 - 4a) trên máy tiện tự động dùng phôi thanh nhờ mô hình dạng bảng, người ta xác lập được trình tự gia công các bề mặt. Mỗi chi tiết có các bề mặt F_1, F_2...F_8 với các tính chất xác định, do vậy tập hợp các tính chất bề mặt đặc trưng cho một nhóm chi tiết sẽ là:

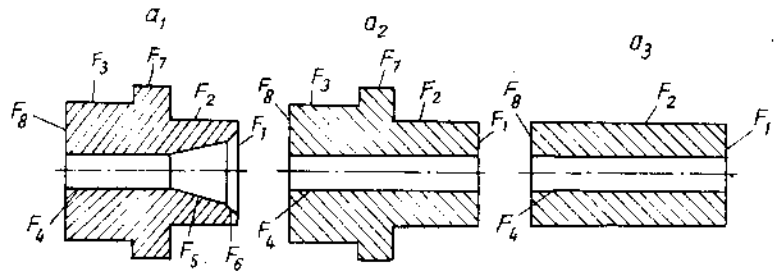
$$F(A) = (F_1 \Lambda F_2 \Lambda F_4 \Lambda F_8) V F_3 V F_5 V F_6 V F_7. \qquad (1\text{-}7)$$

Nếu ta đưa thêm vào tập các tính chất ở mức độ cao hơn:

$F_1' = \{F_1, F_2, F_4, F_8\}$ Thì ta có:

$$F'(A) = F'_1 \; VF_3VF_5VF_6VF_7 \qquad (1-8)$$

Còn nếu tập hợp các tính chất cho các chi tiết nhóm 1, 2 và 3 (ứng với các phần tử a_1, a_2, a_3 của nhóm chi tiết A nghĩa là $a_1, a_2, a_3 \in A$)



a)

τ_i	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7	F_8
τ_1	1							
τ_2		1						
τ_3			1					
τ_4				1				
τ_5					1			
τ_6						1		
τ_7							1	
τ_8								1

b)

τ_i	F''_1	F''_2	F''_3
τ_1	1	1	1
τ_2	1	1	1
τ_3	1	1	
τ_4	1	1	1
τ_5	1		
τ_6	1		
τ_7	1	1	
τ_8	1	1	1

c)

Hình 1 - 4. *Các mô hình dạng bảng thiết kế quá trình gia công chi tiết trên máy tự động dùng phôi thanh*
a/ Nhóm chi tiết. b/ và c/ Các ma trận.
τ_i - Toán tử (các bước công nghệ) τ_1 - Xén mặt đầu
τ_2, τ_3, τ_7, - Tiện ngoài. τ_4 Khoan lỗ.
τ_5 Khoét lỗ. τ_6 - Vát mép. τ_8 - Cắt đứt.

$F''_1 = F(a_1) = \{F_1, F_2F_3F_4F_5F_6F_7F_8\}$

$F''_2 = F(a_2) = \{F_1F_2F_3F_4F_7F_8\}$

$F''_3 = F(a_3) = \{F_1, F_2F_4F_8\}$ Ta nhận được:

$F''(A) = F''_1 \; \nabla F''_2 \; \nabla F''_3$

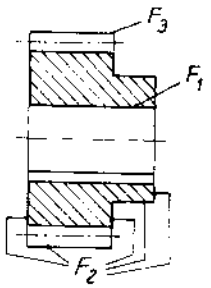
Các mô hình bảng chính là các ma trận (hình 1-4b và c).Trong các ma trận này $\tau_1, \tau_2, \tau_3 \ldots\ldots \tau_8$ là các toán tử (các bước công nghệ).

Mô hình lưới bao gồm: ma trận các tính chất của chi tiết, mô tả quan hệ lôgic giữa các tính chất và đồ hoạ $G = (T,C)$. Quan hệ của các toán tử: ($T = \{\tau_1, \tau_2,...\tau_n\}$; $C = \{C_1, C_2,..... C_n\}$ các cung của đồ họa) theo trình tự sử dụng có thể của chúng. Ví dụ, mô hình lôgic dạng lưới loại $S_5(T)$ chế tạo bánh răng (hình 1-5), quan hệ và trình tự của các toán tử (nguyên công) được mô tả bằng đồ họa.

Quá trình thiết kế quy trình công nghệ chế tạo sản phẩm được đặc trưng bởi nhiều trình độ khác nhau.

Trình độ cao nhất là thiết lập sơ đồ nguyên tắc của quá trình công nghệ có chứa các giai đoạn cá biệt, mỗi giai đoạn có thể bao gồm một hoặc nhiều nguyên công. Trong trường hợp này mỗi một giai đoạn chính là một toán tử của quá trình công nghệ. Việc mô hình hóa các quá trình công nghệ ở các quá trình khác nhau thực hiện nhờ các mô hình $S_i(T)$. Các giai đoạn của quá trình công nghệ lúc này đóng vai các toán tử của mô hình $S_i(T)$ bậc cao và chính là các nguyên công, hoặc bước công nghệ cấu thành của quá trình được thiết kế theo mô hình $S_i(T)$ ở trình độ thấp.

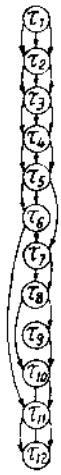
Đồ họa của mô hình chuyển đổi dạng $S_6(T)$ tách xưởng khi chế tạo sản phẩm mô tả trên hình 1-6.



a)

τ_i	F_i		
	F_1	F_2	F_3
τ_1	1	1	1
τ_2	1		
τ_3		1	
τ_4		1	
τ_5			1
τ_6			1
τ_7	1	1	1
τ_8	1		
τ_9			1
τ_{10}			1
τ_{11}	1	1	1
τ_{12}	1	1	1

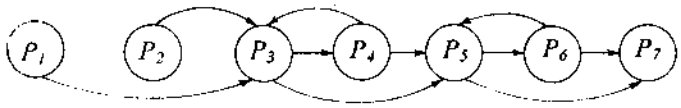
b)



c)

Hình 1 - 5. Mô hình logic dạng lưới của các toán tử (nguyên công) của tiến trình công nghệ chế tạo bánh răng.
a/bánh răng; b/ma trận toán tử τ_i(nguyên công);
c/đồ hoạ quan hệ của các toán tử.

τ_1- dập nguội; τ_2- chuốt lỗ và rãnh then; τ_3-tiện ngoài thô;
τ_4- tiện tinh ngoài; τ_5- cắt răng; τ_6- cà răng; τ_7- nhiệt luyệt răng;
τ_8- gia công tinh lỗ chuẩn; τ_9- mài prôphin răng;
τ_{10}- nghiền prôphin răng; τ_{11}- rửa sạch; τ_{12}- kiểm tra.



Hình1-6. *Đồ hoạ mô hình chuyển đổi tách xưởng khi chế tạo sản phẩm. Toán tử là các xưởng khác nhau*

P_1 - Xưởng đúc;
P_2 - Xưởng rèn;
P_3 - Xưởng gia công cơ;
P_4 - Xưởng nhiệt luyện;
P_5 - Xưởng lắp ráp;
P_6 - Xưởng sơn phủ;
P_7 - Xưởng thử và đóng gói;

Các mô hình lý thuyết được xây dựng trên cơ sở nghiên cứu các quy luật, khác với các mô hình bình thức, các mô hình lý thuyết có tính vạn năng cao hơn, chúng có thể đúng cho một khoảng rộng các thay đổi của nhiều thông số công nghệ.

Mô hình lý thuyết có hai dạng: tuyến tính và phi tuyến tính. Còn nếu dựa vào công suất của tập giá trị của các biến trong mô hình thì mô hình lý thuyết được phân thành liên tục và gián đoạn. Khi thiết kế công nghệ các mô hình lý thuyết gián đoạn có các biến là các đại lượng gián đoạn, còn tập hợp lời giải hữu hạn là thông dụng nhất. Ngoài ra người ta còn phân thành các mô hình tĩnh và động.Trong hầu hết các trường hợp khi thiết kế công nghệ người ta sử dụng các mô hình tĩnh, phương trình của các mô hình tĩnh không tính đến quán tính của các quá trình xảy ra trong các đối tượng.

Việc chọn lựa các mô hình hóa bằng toán học có hiệu quả cao trong thực tế, có thể đánh giá bằng bản chất công nghệ, hình thức biểu diễn thông tin công nghệ ban đầu, mục đích nghiên cứu tổng thể v...v..Mô hình toán của quá trình có dạng tổng quát như sau:

$$F = f(x,y).$$

ở đây: x - Biến được điều khiển.
y - Biến không bị điều khiển.
F - Hiệu quả dự tính.

Các hạn chế tham gia vào mô hình có dạng:

$$\varphi(x,y) = 0$$

Các lời giải của mô hình có thể thu được nhờ xác định giá trị x (như một hàm phụ thuộc vào y) của giá trị F được cực đại hoá (hoặc cực tiểu hoá).Tuỳ theo mức độ phức tạp của bài toán, người ta sử dụng nhiều nguyên tắc xây dựng mô hình khác nhau.Thông thường chỉ cần lập một mô hình có độ chính xác không quá cao nhưng tiện lợi hơn cho quá trình sử dụng. trong quá trình xây dựng mô hình xuất hiện hai bài toán là:

a/ Xây dựng một mô hình sao cho dễ dàng sử dụng, dễ nhận được các lời giải bằng số.

b/ Bảo đảm độ chính xác của mô hình cao nhất.

Để đơn giản hoá các mô hình, các nhà công nghệ cũng có thể sử dụng các thủ pháp như loại bỏ một số biến, thay đổi các đặc tính của biến, thay đổi quan hệ hàm (ví dụ, tuyến tính hoá quan hệ), thay đổi các hạn chế (biến đổi hoặc đưa dần dần vào các điều kiện của bài toán). Các mô hình vừa là một công cụ nghiên cứu cấu trúc bài toán hữu hiệu, vừa cho phép phát hiện ra các chiến lược mới có tính nguyên tắc.

5. Tối ưu hoá thong số.

Quá trình tối ưu hoá thông số là tính toán các thông số tối ưu (chế độ cắt, các thông số chất lượng v...v.) của quá trình công nghệ, hay nguyên công với cấu trúc cho trước dựa trên một chỉ tiêu cho trước nào đó.Tối ưu hoá thông số có chức năng xác định các giá trị của các thông số x sao cho các hàm $F(x)$ được gọi là hàm mục tiêu hoặc hàm hiệu quả (ví dụ: chi phí tổng thể, giá thành công nghệ, thời gian từng chiếc, năng suất từng chiếc, năng suất công nghệ, thời gian phụ.v...v..) đạt giá trị cực trị.

Để giải bài toán tối ưu trong thiết kế công nghệ người ta sử dụng các mô hình toán học và các phương pháp lập trình khác nhau, như lập trình tuyến tính, lập trình động, lập trình hình học.

Trong thiết kế công nghệ, các mô hình nguyên công được mô tả bằng phương pháp lập trình toán học có thể biểu diễn dưới dạng:

$$\left.\begin{array}{l} F(x_i, x_2, \ldots . x_n) \rightarrow \min(\max) \\ g_i(x_1, x_2, \ldots . x_n) \le b_j, j = \overline{1,m} \\ a_{1i} \le x_i \le a_{2i} \quad i = \overline{1,n} \end{array}\right\} \qquad (1 - 10)$$

ở đây: tất cả các biến điều khiển x_i có thể nhận các giá trị trong tập các giá trị $[a_{1i}, a_{2i}]$ của dãy số thực; $F(x)$ và $g_j(x)$ - các hàm vô hướng của các biến; b_j - hàm thực cho trước.

Những bài toán dạng này trong công nghệ chế tạo máy xuất hiện khi xác định chế độ gia công tối ưu và để giải chúng có thể dùng phương pháp quy hoạch tuyến tính hoặc phi tuyến tính.

Việc sử dụng phương pháp quy hoạch tuyến tínhcó thể gây ra khó khăn do các chỉ tiêu tối ưu và các biện pháp ràng buộc phải có đặc điểm tuyến tính.

Ví dụ, khi thiết lập kế hoạch gia công thô các bề mặt ta phải tính đến các hạn chế về khả năng của thiết bị, đặc tính của dụng cụ, kích thước của chi tiết.v...v..Các hạn chế này được biểu hiện thông qua các thông số của bước (các bước công nghệ), chế độ cắt (t, s, v) và các đại lượng đặc trưng cho điều kiện gia công (công suất dẫn động, lực tới hạn tác động lên cơ cấu chạy dao, tuổi bền của dụng cụ, dịch

chuyển cho phép của phôi dưới tác dụng của lực cắt).

$$\left.\begin{array}{l} g_1(t,s,v) \le b_1 \\ g_2(t,s,v) \le b_2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ g_n(t,s,v) \le b_n \end{array}\right\} \qquad (1-11).$$

Để phối hợp các giá trị s và tần số quay của trục chính n với các giá trị có sẵn trên máy người ta sử dụng cấp hình học của lượng chạy dao (φ_s) và tần số chạy trục chính (φ_n):

$$\left.\begin{array}{l} S = S_1\varphi_s^{z_s-1} \\ n = n_1\varphi_n^{z_n-1} \end{array}\right\} \qquad (1\text{-}12)$$

Phương án gia công tốt nhất sẽ ứng với các chi phí gia công nhỏ nhất:

$$C = \sum_{i=1}^{p} C_i \qquad (1-13).$$

ở đây: C_i - Chi phí cho thực hiện bước.

p - Số bước.

Bằng cách logarit hóa các hạn chế trong biểu thức (1-11) và hàm mục tiêu (1-13) của một bước ta sẽ nhận được bài toán tuyến tính dạng:

$Z = k_0 + k_1x_1 + k_2x_2 + k_3x_3 \rightarrow \min$.

Với các hạn chế:

$$\sum_{j=1}^{3} a_{ij}x_j \le b_i; i = \overline{1,n}$$

ở đây:

$x_1 = lnt$; $x_2 = z_s$; $x_3 = z_n$;

t,s - Chiều sâu cắt và lượng chạy dao tương ứng của bước đang nghiên cứu.

a_{ij} - Hệ số phụ thuộc vào chỉ số mũ của chiều sâu cắt, lượng chạy dao và vận tốc cắt trong công thức lực và vận tốc cắt cũng như hệ số của các cấp hình học của lượng chạy dao và tần số quay của trục chính;

$k_0 ... k_3$; b_i - Hệ số và các giá trị của hạn chế, phụ thuộc vào các điều kiện gia công cụ thể.

Một trong số các phương pháp cho phép giải nhiều bài toán phi tuyến là quy hoạch hình học, phương pháp này cho phép xét các bài toán có tính đến các đặc trưng riêng biệt của nhiệm vụ thiết kế. Yêu cầu cơ bản của phương pháp quy hoạch hình học là tất cả các đặc tính kỹ thuật đều được mô tả ở dạng chuỗi số dương của các thông số điều chỉnh, nghĩa là ở dạng các hàm sau:

$$g(x) = \sum_{i=1}^{n} C_i \Pi x_j^{\alpha_{ij}} ;$$

ở đây: C_i và α_{ij} là hằng số; $C_i \geq 0$; $x_j > 0$;

Trong nhiều bài toán công nghệ, quan hệ giữa các thông số có thể đưa về dạng các hàm dạng chuỗi như vừa nêu trên.

Ví dụ, khi thiết kế nguyên công mài theo phương pháp chạy hướng dao kính trên các máy mài tự động một hoặc nhiều trục, phải giải quyết bài toán chọn chế độ gia công sao cho thời gian gia công là nhỏ nhất nhưng vẫn đạt độ chính xác yêu cầu. Nếu tính đến các hạn chế về lực hướng kính tổng cộng, công suất tổng cộng cần thiết kế để thực hiện quá trình cắt và các hạn chế về tuổi bền kích thước của dụng cụ khi gia công thô, người ta có thể hình thành bài toán quy hoạch hình học như sau:

$$\left.\begin{aligned} & g_0(\bar{x}) c_1 x_1^{-1} x_2^{-1} + c_2 x_1 x_2^{1,75} + c_3 x_2^{-1} x_3^{-1} \rightarrow \min \\ & g_1(\bar{x}) = c_4 x_1^{0,8} x_2^{0,8} \leq 1 \\ & g_2(\bar{x}) = c_5 x_2 \leq 1 \\ & g_3(\bar{x}) = c_6 x_1 + c_7 x_3 \leq 1 \\ & x_i \rangle 0 (i = \overline{1,3}); c_j \rangle 0 (j = \overline{1,7}) \end{aligned}\right\} \quad (1\text{-}14)$$

ở đây: $x_1 = s_j$ - Lượng chạy dao.

$x_2 = n_i$ - Số vòng quay của phôi.

x_3 = Biến đặc trưng cho tính chất phụ.

Phương pháp quy hoạch hình học phù hợp với dùng máy tính điện tử hơn là các phương pháp quy hoạch phi tuyến khác. Khi giải bài toán, xuất hiện khả năng phân tích diễn biến của bản thân hàm mục tiêu $g_0(\bar{x})$ khi các thông số tham gia vào bài toán thay đổi.

Khi tối ưu hoá toán học ta có thể sử dụng phương pháp quy hoạch động. phương pháp này sẽ đưa bài toán về dạng các biểu thức quan hệ hai chiều (ví dụ, phân bố lượng dư các bước công nghệ - xem công thức (1-1)). Quy hoạch động là mộ phương pháp tính toán cho phép thực hiện quá trình tối ưu triệt để.

Ngoài ra người ta còn sử dụng một số phương pháp tìm kiếm khác, cho phép loại bỏ hoàn toàn việc thay đổi chọn lựa. Ví dụ, phương pháp tìm kiếm thường xuyên để xác định chế độ cắt tối ưu khi gia công các trục bậc trên máy bán tự động chép hình thủy lực.

Người ta cho trước các thông số như: kích thước và vật liệu chi tiết, dụng cụ cắt, chiều sâu cắt, độ cứng vững của ụ máy, các tổn hao có chu kỳ và không có chu kỳ của thiết bị. Yêu cầu tìm chế độ gia công $S_i n_i$ thoả mãn độ chính xác gia công, độ bóng bề mặt, công suất tiêu tốn khi cắt, động học của máy và làm cho hàm mục tiêu đạt giá trị cực đại:

$$\left.\begin{array}{l} \nabla\sum_f \le \delta_f; \\ \nabla y_{f\max} \le k_1\delta_f; \Delta u_{\max} \le k_2\delta_f; R_{z_{f\max}} \le R_{z_{fkp}} \\ \sum^{q+1} N_{cắtf} \le N_d\eta k_{tt} \\ \sum^{q} N_{cắtf} \le N_d\eta k_{tt}; S_{\min} \le S_f \le S_{\max} \\ V_{\min} \le V_i \le V_{\max} \end{array}\right\} \quad (1-15).$$

$$Q = \frac{k}{kt_x + k(\sum c_i + t_2) + 1} \qquad (1-16).$$

ở đây: δ_f - Dung sai cho trước của đường kính bậc.

f; $\Delta\sum_f$ - Sai số tổng cộng có thể.

∇_y, ∇_u - Các thành phần của sai số tổng cộng.

k_1,k_2 - Hệ số thực nghiệm.

N_d - Công suất động cơ.

k_{tt} - Hệ số quá tải động cơ.

η - Hệ số sử dụng thiết bị.

$q+1$ và q - Số thứ tự của dụng cụ cắt trên đài gá dao của cơ cấu chép hình thuỷ lực và bàn dao ngang.

k - Năng suất kỹ thuật.

t_x - Thời gian hành trình chạy không của dao.

$\sum C_i$ - Tiêu hao thời gian do thay và mài dao.

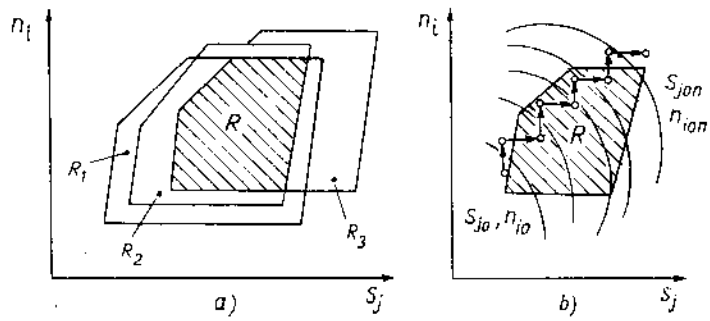
t_2 - Tiêu hao thời gian ngoài chu kỳ.

Các hạn chế (1 - 15) sẽ xác định các phương án gia công chi tiết có thể có. Đề mỗi bề mặt gia công của chi tiết có một tập khả năng s_j và n_i được xác định từ chính các hạn chế trên. Tập hợp các cặp (s_j,n_i) cho phép các bề mặt thứ f của chi tiết được ký hiệu bằng :

$$R_f = \{ (s_j,n_i) \}^f ; \text{ trong đó } f = \overline{1,k}.$$

Phương án gia công các chi tiết có thể thực hiện với các thông số s_j,n_i thuộc tất cả các tập hợp R_j, nghĩa là vùng R của các giá trị s_j,n_i..giao nhau:

$$s_j,n_i \in \prod_{f=1}^{k} R_j \qquad \text{(hình 1 - 7}_a\text{)}.$$



Hình 1 - 7. Sơ đồ hình thành chế độ cắt cho phép (a) và mô tả hình học quá trình tìm kiếm chế độ cắt tối ưu ứng với các mức định trước của hàm mục tiêu (b).

Để bắt đầu lựa chọn phương án, người ta phảI xác định một chế độ cho phép s_{j0},n_{i0} và dịch chuyển từ nó dọc theo biên của vùng trực giao (hình 1-7b) sẽ xác định chế độ tối ưu (s_{j0T},n_{i0T}) cho phép hàm mục tiêu có giá trị lớn nhất (1-16).

Ảnh hưởng hưởng của các hạn chế tới giá trị của hàm mục tiêu trong vùng các lời giải cho phép của bài toán là không giống nhau. Ví dụ, việc nghiên cứu kết quả mô hình hoá nguyên công gia công trên máy tiện bán tự động chép hình thủy lực cho thấy sẽ thay đổi dung sai đường kính δ_t các bậc của chi tiết gia công có ảnh hưởng tới hàm mục tiêuQ (hình 1-8a) và số phương án gia công có thể (hình 1 - 8b).

Khi tối ưu hoá thông số, các mô hình toán được đánh giá trên quan điểm tiện dụng khi giải các bài toán công nghệ trong điều kiện sản xuất.Các mô hình toán được đánh giá nhờ các phân tích thống kê:

a/ So sánh hai phương pháp giải bài toán công nghệ cụ thể. Mô hình toán và phương pháp dùng các số liệu định mức. Theo cách đánh giá này, người ta kiểm tra các giả thiết phù hợp của giá trị trong hai phương pháp.

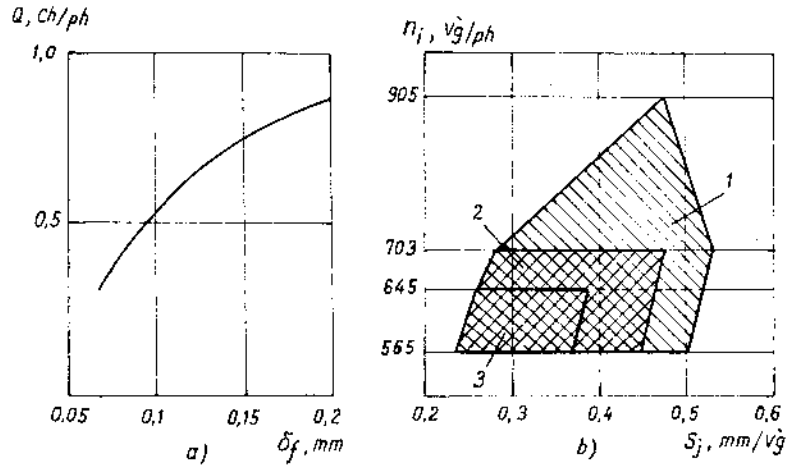
b/ Kiểm tra theo chỉ tiêu độ nhạy cảm của mô hình toán với các ảnh hưởng của các yếu tố ngẫu nhiên.

c/ Kiểm tra sự tương hợp mô hình toán với quá trình công nghệ thực.

6.Chọn trang bị kỹ thuật khi thiết kế các quá trình công nghệ bằng phương pháp giao tiếp.

Tổ hợp các trang bị kỹ thuật có tính quyết định tới hiệu quả của hệ thống thiết kế tự động. Khi thiết kế công nghệ, ngoài các trang bị kỹ thuật truyền thống, hệ thống thiết kế công nghệ tự động còn được trang bị các thiết bị điều khiển quá trình công nghệ theo chương trình (như điều khiển theo chương trình

số, các rôbôt) cũng như các trang bị điều chỉnh, kiểm tra chương trình, theo dõi kết quả vận hành của toàn bộ hệ thống.



Hình 1-8. *Quan hệ $Q=\varphi(\delta_i)$* (a)
Biến đổi của vùng chế độ cắt cho phép do δ_i thay đổi (hình b).
1.δ_i=0,2mm;
2.δ_i=0,15 mm;3. δ_i=0,1mm
(đối với các đường kính D_j=60mm).

Toàn bộ hệ thống thiết kế quá trình công nghệ tự động chỉ có thể hoạt động hiệu quả và không bị gián đoạn nếu các trang bị công nghệ và các chương trình điều khiển tổ hợp làm việc bình thường.

Hiện nay tồn tại một số quan điểm và phương án khác nhau khi chọn các trang bị kỹ thuật của hệ thông thiết kế quy trình công nghệ tự động.

- Phương án đầu tiên là hệ thống thiết kế công nghệ truyền thống được trang bị thêm các thiết bị đồ họa, thiết kế giao diện đồ họa (màn hình đồ họa) cơ cấu nhập thông tin đồ họa. v.v.

- Phương án thứ hai là đưa thêm vào trung tâm thiết kế tính toán các vị trí công tác tự động hóa. Các vị trí này được hình thành nhờ được trang bị các máy vi tính, các cơ cấu tiếp nhận chương trình hoặc một hệ thống máy tính tổng thể.

- Phương án thứ ba là thiết lập một hệ thống tính toán tự độngdiều khiển nhờ kỹ thuật rô bôt. Hệ thống này sẽ bao gồm máy tính điện tử công suất lớn hoặc một loạt máy tính điện tử liên kết thành mạng (hoặc có thể dùng các hệ thống đa chức năng). Trong thành phần các hệ thống đa chức năng này, các vị trí công tác tự động hoặc các máy vi tính được trang bị thêm các thiết bị đồ họa.

Các máy vi tính có thể tách xa khỏi các máy chủ và trợ giúp cho người thiết kế, nhưng được nối với các máy chủ bằng các kênh dữ liệu cơ sở.

Để giải các bài toán công nghệ cá biệt (ví dụ, tính chế độ cắt, tính lượng dư gia công v.v...) ta có thể sử dụng các máy tính có dung lượng bộ nhớ từ 64 ÷ 256 kilôbai, với các hệ thống thiết kế quy trình công nghệ tự động thì dung lượng của bộ nhớ cần khoảng 256 ÷ 1024 kilôbai, còn đối với các công nghệ phụ trợ của hệ thống thiết kế quy trình công nghệ tự động kể cả các quá trình chuẩn bị công nghệ và thiết kế thì dung lượng bộ nhớ phải lớn hơn 1024 kilôbai.

Thông thường tại trung tâm máy tính người ta thực hiện các nhiệm vụ sau:

- Thiết lập các tài liệu công nghệ bằng máy in.
- Thiết lập các bản vẽ nguyên công của quá trình công nghệ trên máy vẽ.

Việc thiết lập các tài liệu công nghệ và bản vẽ nguyên công phải được thực hiện đồng thời, còn bản vẽ các trang bị công nghệ (đồ gá) thì được vẽ riêng .

Với kinh nghiệm ngày càng nhiều, yêu cầu phát triển khả năng của các trung tâm máy tính ngày càng cao.Với các cở sở, mới chỉ bắt đầu sử dụng phương pháp thiết kế giao tiếp thì nên sử dụng tổ hợp các trang bị kỹ thuật bao gồm máy vi tính, cơ cấu ghép nối máy tính, các máy mã hoá thông tin hình học bán tự động, cơ cấu chuyển đổi thông tin đồ họa, máy vẽ, màn hình giao tiếp, máy in, máy đếm xung, đĩa từ, băng từ, đầu từ và các phương tiện thông tin tầm xa. Tuỳ theo điều kiện cụ thể mà chọn và sử dụng các phương tiện và thiết bị phụ trợ kể trên cho phù hợp.

CHƯƠNG II DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP.

I. Các khái niệm và định nghĩa cơ bản.

1. *Kích thước danh nghĩa* (d_N,D_N)*

Kích thước danh nghĩa là kích thước được dùng để xác định các kích thước giới hạn và tính các sai lệch. Nó được xác định dựa vào chức năng của chi tiết, chẳng hạn, tính toán xuất phát từ độ bền, độ cứng vững gv...v, hoặc giả được chọn dựa vào yêu cầu kết cấu và công nghệ. Giá trị tính toán của kích thước danh nghĩa được làm tròn đến các giá trị của dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn (bảng2 - 1).

2. *Kích thước thực* (d_t,D_t)

Kích thước thực là kích thước được xác định bằng cách đo kích thước chi tiết với sai số cho phép.

3.*Kích thước giới hạn.*

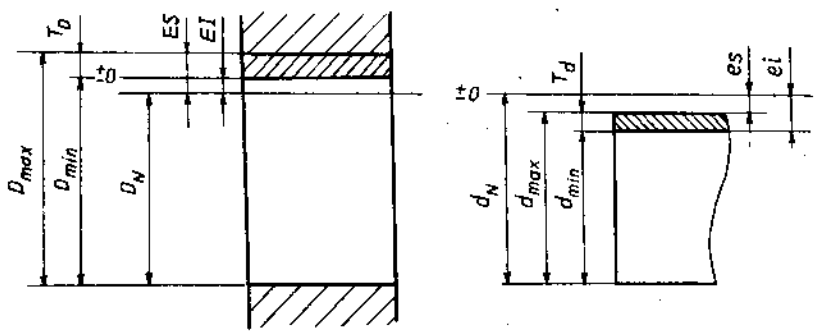
Kích thước giới hạn là kích thước cho phép giữa chúng chứa kích thước thực hoặc bằng kích thước thực (hình 2 - 1).

Kích thước lớn hơn trong hai kích thước giới hạn gọi là kích thước gới hạn lớn nhất (d_{max}, D_{max}).

Kích thước nhỏ hơn gọi là kích thước giới hạn nhỏ nhất (d_{min}, D_{min}).

Chi tiết đạt yêu cầu khi kích thước thực của nó nằm trong khoảng giới hạn

$$d_{min} \le d_t \le d_{max};\ D_{min} \le D_t \le D_{max}$$



Hình 2 - 1.*Kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai.*

4. *Sai lệch.*

Sai lệch là hiệu số giữa các kích thước (thực, giới hạn) và kích thước danh nghĩa.Ứng với các kích thước giới hạn ta có các sai lệch giới hạn (hình 2 - 1):

---

* Các ký hiệu thuộc về chi tiết lỗ thì dùng chữ in hoa, còn thuộc về chi tiết trục thì dùng chữ in thường

$es = d_{max} - d_N$

$Es = D_{max} - D_N$

- Sai lệch giới hạn nhỏ nhất, sai lệch dưới (ei,Ei):

$ei = d_{min} - d_N$

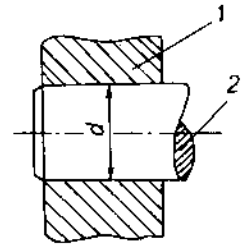
$Ei = D_{min} - D_N$

5.*Dung sai* (T).

Dung sai là hiệu giữa kích thước giới hạn lớn nhất và nhỏ nhất hoặc hiệu đại số giữa sai lệch trên và sai lệch dưới (hình 2 - 1):

$T_d = d_{max} - d_{min}$ $\quad T_D = D_{max} - D_{min}$

$T_d = es - ei$ $\quad T_D = Es - Ei$

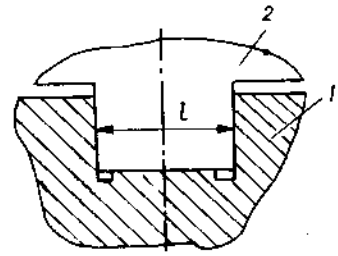


Hình 2 - 2.
1 - Chi tiết lỗ
2 - Trục

6.*Lắp ghép.*

Lắp ghép được tạo thành do nối ghép giữa hai chi tiết và được xác định bởi hiệu các kích thước của chúng trước khi lắp (hình 2-2; 2-3).

Bề mặt mà dựa theo nó chi tiết lắp ghép với nhau là bề mặt lắp ghép. Bề mặt lắp ghép thường là bề mặt bao (bề mặt lỗ hoặc rãnh trượt, hình 2-2;2-3)và bề mặt bị bao (bề mặt trục hoặc con trượt(hình2-2;2-3)



Hình 2 - 3
1 - Rãnh trượt
2 - Con trượt

Hiệu kích thước của bề mặt lắp ghép (bề mặt bao và bị bao)xác định đặc tính của lắp ghép.Hiệu kích thước đó dương thì lắp ghép có độ hở (S), nếu hiệu đó âm thì lắp ghép có độ dôi (N).

Độ hở biểu thị khả năng tự do dịch chuyển tương đối giữa hai chi tiết lắp ghép.

Độ dôi biểu thị mức độ cản lại sự dịch chuyển tương đối.

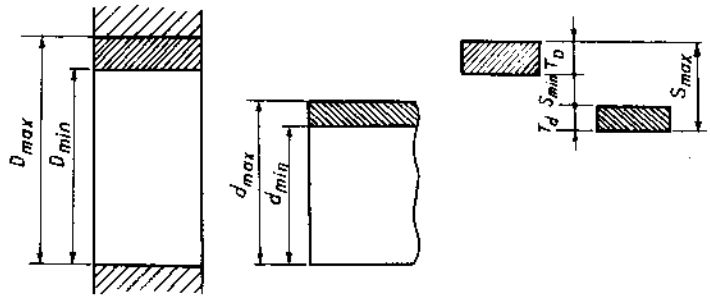
Tuỳ theo sự phân bố miền dung sai của bề mặt bao (lỗ) và bị bao (trục) mà ta phân ra:

-Lắp ghép có độ hở (hình 2 - 4):

$S_{max} = D_{max} - d_{min}$

$S_{min} = D_{min} - d_{max}$

Độ hở trung bình: $S_m = \dfrac{S_{max} + S_{min}}{2}$

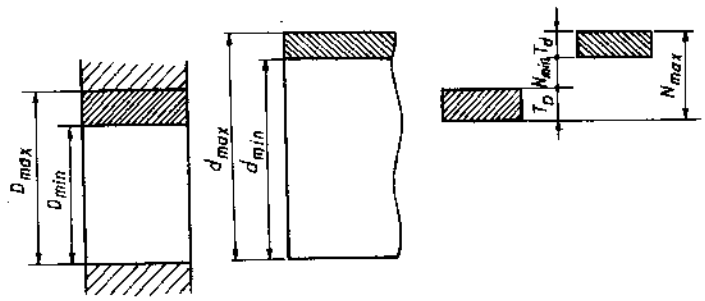


Hình 2 - 4.*Lắp ghép có độ hở.*

- Lắp ghép có độ dôi (hình 2 - 5):

$$N_{max} = d_{max} - D_{min}$$
$$N_{min} = d_{min} - D_{max}$$

Độ dôi trung bình: $$N_m = \frac{N_{max} + N_{min}}{2} = \frac{N_{max} - S_{max}}{2}$$



Hình 2 - 5.*Lắp ghép có độ dôi*

Lắp ghép trung gian, lắp ghép có thể có độ hở hoặc độ dôi(hình 2 - 6)

$$N_{max} = d_{max} - D_{min}$$
$$S_{max} = D_{max} - d_{min}$$

Độ dôi trung gian: $$N_m = \frac{N_{max} + N_{min}}{2} = \frac{N_{max} - S_{max}}{2}$$

7. Dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn.

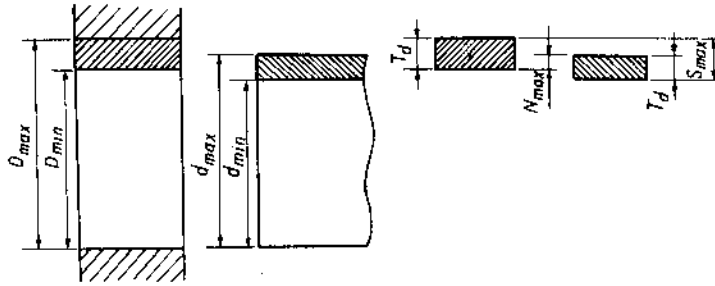
Dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn là là các giá trị của 4 dãy số ưu tiên ký hiệu là: R_a5; R_a10; R_a20; R_a40 (bảng 2 - 1).Đó chính là các dãy giá trị của 4 cấp số nhân có công bội (φ) như sau:

R_a5 : $\varphi = \sqrt[5]{10} \approx 1,6$

R_a10: $\varphi = \sqrt[10]{10} \approx 1,25$

R_a20: $\varphi = \sqrt[20]{10} \approx 1,2$

R_a40: $\varphi = \sqrt[40]{10} \approx 1,06$



Hình2-6.*Lắp ghép trung gian*

Khi sử dụng phải ưu tiên chọn giá trị trong dãy có độ chia lớn trước nhất.

II. Dung sai lắp ghép bề mặt trơn

1. *Cấp chính xác, sai lệch cơ bản và dung sai.*

Đối với kích thước các bề mặt trơn đến 3150 mm thì TCVN 2244 - 91, quy định 19 cấp chính xác và được ký hiệu theo mức chính xác giảm dần là: 01, 0, 1, 2, ..., 17.

Dung sai kích thước được xác định phụ thuộc vào cấp chính xác và kích thước danh nghĩa. Ví dụ: đối với kích thước đến 500 mm và ở cấp chính xác từ 5 ÷ 17 thì giá trị dung sai được xác định theo công thức:

$T = a.i$ với $i = 0{,}45\sqrt[3]{D} + 0{,}001D$

i - Đơn vị dung sai phụ thuộc vào kích thước D (giá trị trung bình nhân của 2 kích thước biên của khoảng kích thước danh nghĩa).

a - Hệ số phụ thuộc vào cấp chính xác, ở mỗi cấp chính xác có 1 giá trị của hệ số a tương ứng (bảng 2 - 2).

Vị trí của mỗi miền dung sai so với kích thước danh nghĩa được xác định tuỳ thuộc vào dạng sai lệch cơ bản. TCVN 2244 - 91 quy định dãy các sai lệch cơ bản và ký hiệu là:

a, b, c,...., $3, 3a, 3b, 3c$ đối với kích thước trục.

A, B, C,...., $3, 3A, 3B, 3C$ đối với kích thước lỗ.

Những miền dung sai phân bố ở phía trên kích thước danh nghĩa thì sai lệch cơ bản là sai lệch giới hạn dưới. Còn những miền dung sai ở phía dưới kích thước danh nghĩa thì sai lệch cơ bản là sai lệch giới hạn trên (hình 2 - 7).

Tương ứng với các sai lệch cơ bản và ở các cấp chính xác khác nhau, TCVN 2244 - 91 quy định dãy các miền dung sai kích thước trục và lỗ, bảng 2-3 và bảng 2 - 4 đối với kích thước đến 500 mm,bảng 2-5 và bảng 2-6 đối với kích thước > 500 ÷ 3150..

Sai lệch giới hạn ứng với các miền dung sai được chỉ dẫn trong các bảng 2-7 và bảng 2-8 đối với kích thước từ 1 đến 500 mm và các bảng 2-9 và bảng 2-10 đối với kích thước lớn hơn 500 đến 3150 mm.

Bảng 2 - 1. *Dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn*

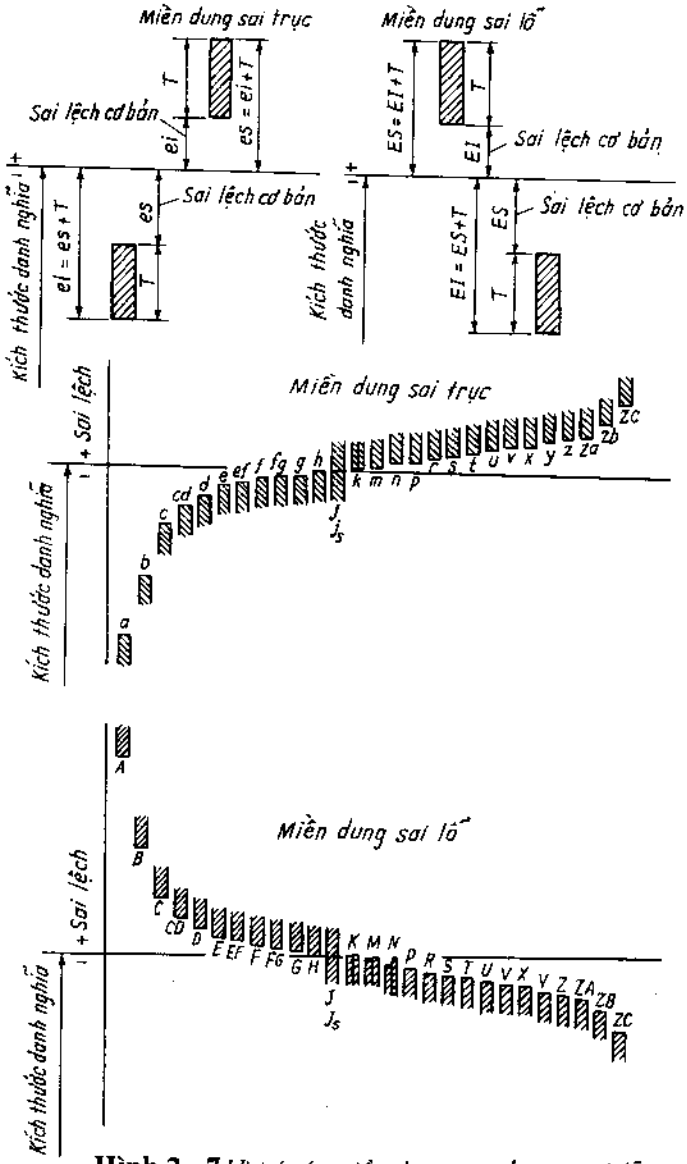
R_a5 (R5)	R_a10 (R'10)	R_a20 (R'20)	R_a40 (R'40)	R_a5 (R5)	R_a10 (R'10)	R_a20 (R'20)	R_a40 (R'40)	R_a5 (R5)	R_a10 (R'10)	R_a20 (R'20)	R_a40 (R'40)
0,010	0,010	0,010		0,100	0,100	0,100	0,100	1,0	1,0	1,0	1,0
							0,105				1,05
		0,011				0,110	0,110			1,1	1,1
							0,115				1,15
	0,012	0,012	0,012		0,12	0,12	0,120		1,2	1,2	1,2
			0,013				0,130				0,13
		0,014	0,014			0,140	0,140			1,4	1,4
			0,015				0,150				1,5
0,016	0,025	0,016	0,016	0,160	0,160	0,160	0,160	1,6	1,6	1,6	1,6
			0,017				0,170				1,7
		0,018	0,018			0,180	0,180			1,8	1,8
			0,019				0,190				1,9
	0,020	0,020	0,020		0,200	0,200	0,200		2,0	2,0	2,0
			0,021				0,210				2,1
		0,022	0,022			0,22	0,220			2,2	2,2
			0,024				0,240				2,4
0,025	0,025	0,025	0,025	0,250	0,250	0,250	0,250	2,5	2,5	2,5	2,5
			0,026				0,260				2,6
		0,028	0,028			0,280	0,280			2,8	2,8
			0,030				0,300				3,0
	0,032	0,032	0,032		0,320	0,320	0,320		3,2	3,2	3,2
			0,034				0,340				3,4
		0,036	0,036			0,360	0,360			3,6	3,6
			0,038				0,380				3,8
0,040	0,040	0,040	0,040	0,400	0,400	0,400	0,400	4,0	4,0	4,0	4,0
			0,042				0,420				4,2
		0,045	0,045			0,450	0,450			4,5	4,5
			0,048				0,480				4,8
	0,050	0,050	0,050		0,500	0,500	0,500		5,0	5,0	5,0
			0,053				0,530				5,3
		0,056	0,056			0,560	0,560			5,6	5,6
			0,060				0,600				6,0
0,063	0,063	0,063	0,063	0,630	0,630	0,630	0,630	6,3	6,3	6,3	6,3
			0,067				0,670				6,7
		0,071	0,071			0,710	0,710			7,1	7,1
			0,075				0,750				7,5
	0,080	0,080	0,080		0,800	0,800	0,800		8,0	8,0	8,0
			0,085				0,850				8,5
		0,090	0,090			0,900	0,900			9,0	9,0
			0,095				0,950				9,5

(Tiếp bảng 2 - 1).

R_a5 (R5)	R_a10 (R'10)	R_a20 (R'20)	R_a40 (R'40)	R_a5 (R5)	R_a10 (R'10)	R_a20 (R'20)	R_a40 (R'40)	R_a5 (R5)	R_a10 (R'10)	R_a20 (R'20)	R_a40 (R'40)
10	10	10	10	100	100	100	100	1000	1000	1000	1000
			10,5				105				1060
		11	11			110	110			1120	1120
			11,5				120				1180
	12	12	12		125	125	125		1250	1250	1250
			13				130				1320
	14	14	14			140	140			1400	1400
			15				150				1500
16	16	16	16	160	160	160	160	1600	1600	1600	1600
			17				170				1700
		18	18			180	180			1800	1800
			19				190				1900
	20	20	20		200	200	200		2000	2000	2000
			21				210				2120
		22	22			220	220			2240	2240
			24				240				2360
25	25	25	25	250	250	250	250	2500	2500	2500	2500
			26				260				2650
		28	28			280	280			2800	2800
			30				300				3000
	32	32	32		320	320	320		3150	3150	3150
			34				340				3350
		36	36			360	360			3550	3550
			38				380				3750
40	40	40	40	400	400	400	400	4000	4000	4000	4000
			42				420				4250
		45	45			450	450			4500	4500
			48				480				4750
	50	50	50		500	500	500		5000	5000	5000
			53				530				5300
		56	56			560	560			5600	5600
			60				600				6000
63	63	63	63	630	630	630	630	6300	6300	6300	6300
			67				670				6700
		71	71			710	710			7100	7100
			75				750				7500
	80	80	80		800	800	800		8000	8000	8000
			85				850				8500
		90	90			900	900			9000	9000
			95				950				9500

Bảng 2 - 2. *Giá trị của hệ số a ứng với cấp chính xác từ 5 đến 17*

Cấp chính xác	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Hệ số a	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600



Hình 2 - 7. *Vị trí các miền dung sai của trục và lỗ.*

2. *Lắp ghép.*

Lắp ghép được tạo thành bằng cách phối hợp hai miền dung sai của kích thước trục và lỗ theo hai hệ thống sau:

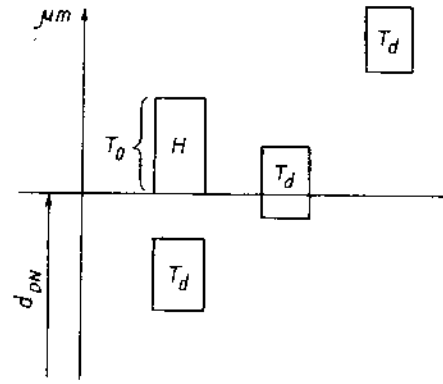
-Hệ thống lỗ tập hợp các lắp ghép, trong đó độ hở và độ dôi khác nhau có được bằng cách lắp các trục khác nhau với lỗ cơ sở (hình 2-8).

Miền dung sai lỗ cơ sở có sai lệch cơ bản là H tức là sai lệch dưới bằng 0 (EI=0), còn sai lệch trên là dương và bằng giá trị dung sai (ES=+T).

- Hệ thống trục tập hợp các lắp ghép, trong đó độ hở và độ dôi khác nhau có được bằng cách lắp các lỗ khác nhau với trục cơ sở, có sai lệch cơ bản là h với sai lệch trên bằng 0 (es=0), sai lệch dưới bằng giá trị dung sai và mang dấu âm (ei=-T)(hình2-9).

Xuất phát từ thực tế sử dụng mà TCVN 2245-91 quy định hàng loạt kiểu lắp theo hai hệ thống lỗ và trục (bảng2-11;2-12; 2-13 và 2-14).

Để đảm bảo tính kinh tế kỹ thuật thì thường sử dụng các kiểu lắp trong hệ thống lỗ. Chỉ trong trường hợp do yêu cầu về kết cấu và công nghệ không cho phép chọn kiểu lắp trong hệ thống lỗ thì ta phải sử dụng kiểu lắp trong hệ thống trục. Việc chọn kiểu lắp khi thiết kế có thể tiến hành bằng cách: dựa vào chức năng sử dụng của mối ghép, tính toán đặc tính yêu cầu của lắp ghép (S_{max}, S_{min}, hoặc N_{max}, N_{min}), rồi sau đó ta chọn một kiểu lắp tiêu chuẩn có đặc tính phù hợp. Trong thực tế thường người ta chọn theo kinh nghiệm, tức là tham khảo các tài liệu kinh nghiệm [2] hoặc thừa kế các thiết kế đã có.

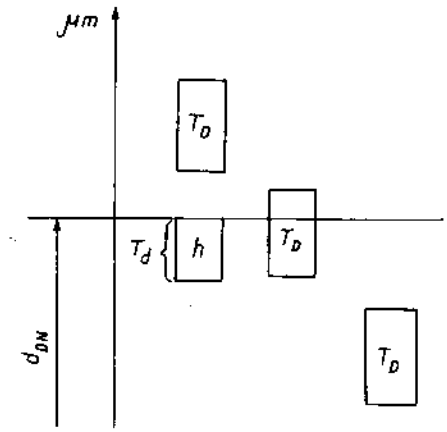


Hình 2-8 *Lắp ghép theo hệ lỗ.*

3.Ghi ký hiệu sai lệch và lắp ghép trên bản vẽ.

Trên bản vẽ chi tiết sai lệch của kích thước được ghi ký hiệu bằng chữ hoặc bằng số sau kích thước danh nghĩa như trên hình 2-10a; b; d; e.

Trên bản vẽ lắp thì ký hiệu lắp ghép được ghi dưới dạng phân số sau kích thước danh nghĩa. Tử số ký hiệu sai lệch kích thước lỗ còn mẫu số ký hiệu kích thước trục (hình 2-10c và f).



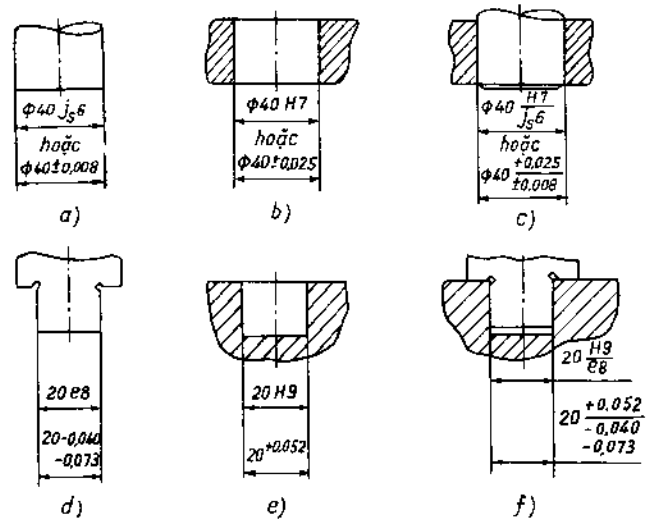
Hình.2-9. *Lắp ghép theo hệ trục.*

4.Dung sai và lắp ghép ổ lăn.

a - *Cấp chính xác chế tạo ổ lăn.*

Ổ lăn là bộ phận máy đã được chế tạo hoàn chỉnh theo 5 cấp chính xác, ký hiệu là: PO, P6, P5, P4, P2 (cho

phép dùng ký hiệu 0,6,5,4,2). Mức chính xác tăng dần từ 0 đến 2, tuỳ theo yêu cầu về độ chính xác, đặc biệt là độ chính xác quay và tốc độ vòng của bộ phận máy có lắp ổ lăn mà người thiết kế sử dụng các ổ lăn cấp chính xác khác nhau. Trong chế tạo máy thường dùng ổ lăn cấp chính xác 0- 6.Ổ lăn cấp chính xác 5 và 4 dùng cho những bộ phận máy yêu cầu độ chính xác quay cao và tốc độ vòng lớn, ví dụ, ổ trục chính của máy mài. Tiêu chuẩn TCVN 1484 - 85 quy định dung sai của các thông số kích thước và độ chính xác quay của ổ lăn tương ứng với các cấp chính xác của ổ.



Hình 2-10.*Ghi ký hiệu và lắp ghép.*

b -Lắp ghép ổ lăn với trục và lỗ trên thân bộ phận máy (hình2-11)

TCVN1482-85 quy định dãy các miền dung sai kích thước trục và lỗ trên thân bộ phận máy (bảng 2-15).

Giá trị sai lệch giới hạn ứng với các miền dung sai đó tuân theo TCVN 2245-91.

Chọn kiểu lắp cho các mối ghép ổ lăn với trục và lỗ trên thân được giới thiệu theo TCVN1482-85 (bảng 2-16 và 2-17).

Theo tiêu chuẩn thì chọn kiểu lắp phải dựa vào:

+ Kiểu, kích thước và cấp chính xác chế tạo ổ lăn.

+ Trị số, hướng và đặc tính tải trọng tác dụng lên ổ.

+ Dạng tải trọng tác dụng lên các vòng ổ lăn (dạng cục bộ, chu kỳ hoặc dao động).

Sai lệch hình dạng, vị trí và nhám bề mặt trục và lỗ trên thân lắp với ổ lăn [2]:

+ Độ ô van của bề mặt trục và lỗ trên thân khi lắp với ổ lăn cấp chính xác 0 và 6 không được vượt quá 1/2 dung sai đường kính ở bất kỳ tiết diện nào của bề mặt lắp ghép, còn khi lắp với ổ lăn cấp chính xác 5 và 4 thì không được vượt quá 1/4 dung sai đường kính lắp ghép.

+ Độ côn của bề mặt trục và lỗ trên thân khi lắp với ổ lăn cấp chính xác 0 và 6 không được vượt quá 1/2 dung sai đường kính lắp ghép, còn khi lắp với ổ cấp chính xác 5 và 4 thì không được vượt quá 1/4 dung sai đường kính.

+ Độ đảo vai trục và vành tỳ trong lỗ trên thân bộ phận máy có lắp ổ lăn được chỉ dẫn trong bảng 2-18.

+ Nhám bề mặt trục và lỗ trên thân lắp với ổ lăn được chỉ dẫn trong bảng 2-19.

5.Dung sai và lắp ghép then.

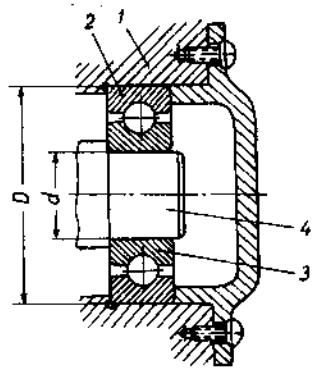
Với chức năng truyền mô men xoắn, lắp ghép then được thực hiện theo bề mặt bên (mặt phẳng) của then và theo kích thước chiều rộng b của then, (hình2-12).

Then được lắp với rãnh trục và rãnh trong moay ơ. Then được dùng phổ biến là then bằng, then bán nguyệt. TCVN 4216-86 và 4218-86 quy định kích thước, dung sai và lắp ghép của chúng(bảng 2-10).

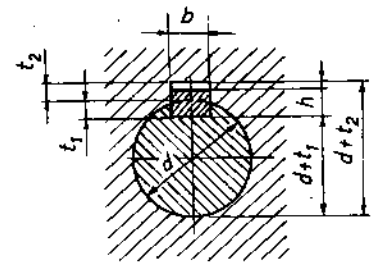
Khi chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mối ghép then cho phép phối hợp miền dung sai kích thước (b) then -h9 với bất kỳ miền dung sai nào của kích thước rãnh trục và moay ơ, tuỳ theo đặc tính yêu cầu của mối ghép.

Chẳng hạn với mối ghép then bằng, bình thường thì then lắp với rãnh trục theo kiểu N9/h9 còn lắp với rãnh trong moay ơ theo kiểu J_s9/h9. Với then dẫn hướng có chiều dài lớn thì then lắp với rãnh trục theo kiểu H9/h9, với rãnh trong moay ơ theo kiểu D10/h9 (độ hở của lắp ghép để bồi thường cho sai số của kích thước rãnh và độ nghiêng của nó so với đường tâm trục và lỗ moay ơ).

Sai lệch giới hạn của những kích thước không tham gia lắp ghép của mối ghép then bằng được chỉ dẫn trong bảng 2-21.



Hình 2-11. *Lắp ghép ổ lăn*
1.thân; 2.vòng ngoài ổ
3.vòng trong ổ; 4.trục



Hình 2-12. *Lắp ghép then.*

Bảng 2-3. *Miền dung sai của trục đối với các kích thước từ 1 đến 500mm- TCVN 2245-91.*

Cấp Chính xác	Sai lệch cơ bản																				
	a	b	c	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z
01								h01*	js01*												
0								h0*	js0*												
1								h1*	js1*												
2								h2*	js2*												
3								h3	js3*												
4							g4	h4	js4	k4	m4	n4									
5							g5	h5	js5	k5	m5	n5	p5	r5	s5						
6						f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6					
7					e7	f7		h7	js7*	k7	m7	n7			s7		u7				
8			c8	d8	e8	f8		h8	js8*								u8		x8		z8
9				d9	e9	f9		h9	js9*												
10				d10				h10	js10*												
11	a11	b11	c11	d11				h11	js11*												
12		b12						h12	js12*												
13								h13*	js13*												
14								h14*	js14*												
15								h15*	js15*												
16								h16*	js16*												
17								h17*	js17*												

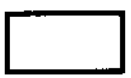
Chú thích: * Miền dung sai không dùng cho lắp ghép

Miền dung sai ưu tiên

Bảng 2-4. *Miền dung sai của lỗ đối với các kích thước từ 1 đến 500 mm*
TCVN 2245 - 91

Cấp Chính xác	Sai lệch cơ bản																			
	A	B	C	D	E	F	G	H	JS	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z
01								H01*	JS01*												
0								H0*	JS0*												
1								H1*	JS1*												
2								H2*	JS2*												
3								H3*	JS3*												
4								H4	JS4*												
5							G5	H5	JS5	K5	M5	N5									
6							G6	H6	JS6	K6	M6	N6	P6								
7						F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7					
8				D8	E8	F8		H8	JS8	M8	M8	N8					U8				
9				D9	E9	F9		H9	JS9*												
10				D10				H10	JS10*												
11	A11	B11	C11	D11				H11	JS11*												
12		B12						H12	JS12*												
13								H13*	JS13*												
14								H14*	JS14*												
15								H15*	JS15*												
16								H16*	JS16*												
17								H17*	JS17*												

Chú thích: * Miền dung sai không dùng cho lắp ghép



Miền dung sai ưu tiên

Bảng 2.5 *Miền dung sai của trục đối với các kích thước trên 500 đến 3150*

Cấp Chính xác	Sai lệch cơ bản																
	c	cd	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v
01							h01*	js01*									
0							h0*	js0*									
1							h1*	js1*									
2							h2*	js2*									
3							h3*	js3*									
4							h4*	js4*									
5							h5*	js5*									
6					f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	
7				e7	f7	g7	h7	js7	k7		n7	p7	r7	s7	t7	u7	v7
8			d8	e8	f8		h8	js8*							t8	u8	v8
9			d9	e9	f9		h9	js9*									
10			d10				h10	js10*									
11	c11	cd11	d11				h11	js11*									
12							h12	JS12*									
13							h13*	js13*									
14							h14*	js14*									
15							h15*	js15*									
16							h16*	js16*									
17							h17*	js17*									

Chú thích: * Miền dung sai không dùng cho lắp ghép

Bảng 2-6. *Miền dung sai của lỗ đối với các kích thước trên 500 đến 3150*

Cấp Chính xác	Sai lệch cơ bản																
	C	CD	D	E	F	G	H	J_S	K	M	N	P	R	S	T	U	V
01							H01*	J_s01*									
0							H0*	J_s0*									
1							H1*	J_s1*									
2							H2*	J_s2*									
3							H3*	J_s3*									
4							H4*	J_s4*									
5							H5*	J_s4*									
6						G6	H6	J_s6	K6	M6	N6						
7				E7	F7	G7	H7	J_s7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7		
8			D8	E8	F8		H8	J_s8*								U8	
9			D9	E9	F9		H9	J_s9*									
10			D10				H10	J_s10*									
11	C11	CD11	D11				H11	J_s11*									
12							H12	J_s12*									
13							H13*	J_s13*									
14							H14*	J_s14*									
15							H15*	J_s15*									
16							H16*	J_s16*									
17							H17*	J_s17*									

Chú thích: * Miền dung sai không dùng cho lắp ghép

Bảng2.7 *Sai lệch giới hạn của trục đối với kích thước từ 1 đến 500mm TCVN 2245-91 cấp chính xác từ 01 đến 3*

Khoảng kích thước Mm	Miền dung sai									
	h01	js01	h0	js0	h1	js1	h2	js2	h3	js3
	Sai lệch giới hạn, μm									
Từ 1	0	+0,15	0	+0,25	0	+0,4	0	+0,6	0	+1,00
đến 3	-0,3	-0,15	-0,5	-0,25	-0,8	-0,4	-1,2	-0,6	-2,0	-1,00
Trên 3	0	+0,2	0	+0,3	0	+0,5	0	+0,75	0	+1,25
đến 6	-0,4	-0,2	-0,6	-0,3	-1,0	-0,5	-1,5	-0,75	-2,5	-1,25
> 6 - 10	0	+0,2	0	+0,3	0	+0,5	0	+0,75	0	+1,25
	-0,4	-0,2	-0,6	-0,3	-1,0	-0,5	-1,5	-0,75	-2,5	-1,25
>10 - 14	0	+0,25	0	+0,4	0	+0,6	0	+1,0	0	+1,50
> 14 - 18	-0,5	-0,25	-0,8	-0,4	-1,2	-0,6	-2,0	-1,0	-3,0	-1,50
> 18 - 24	0	+0,3	0	+0,5	0	+0,75	0	+1,25	0	+2,00
> 24 - 30	-0,6	-0,3	-1,0	-0,5	-1,5	-0,75	-2,5	-1,25	-4,0	-2,00
> 30 - 40	0	+0,3	0	+0,5	0	+0,75	0	+1,25	0	+2,00
> 40 - 50	-0,6	-0,3	-1,0	-0,5	-1,5	-0,75	-2,5	-1,25	-4,0	-2,00
> 50 - 65	0	+0,4	0	+0,6	0	+1,00	0	+1,50	0	+2,50
> 65 - 80	-0,8	-0,4	-1,2	-0,6	-2,0	-1,00	-3,0	-1,50	-5,00	-2,50
> 80 - 100	0	+0,5	0	+0,75	0	+1,25	0	+2,00	0	+3,00
> 100 - 120	-1,0	-0,5	-1,5	-0,75	-2,5	-1,25	-4,0	-2,00	-6,0	-3,00
> 120 - 140	0	+0,6	0	+1,00	0	+1,75	0	+2,50	0	+4,00
> 140 - 160										
> 160 - 180	-1,2	-0,6	-2,0	-1,00	-3,5	-1,75	-5,00	-2,50	-8,0	-4,00
>180 - 200	0	+1,00	0	+1,50	0	+2,25	0	+3,50	0	+5,00
>200 - 225										
>225 - 250	-2,0	-1,00	-3,0	-1,50	-4,50	-2,25	7,00	-3,50	-10,0	-5,00
> 250 - 280	0	+1,25	0	+2,00	0	+3,00	0	+4,00	0	+6,00
> 280 — 315	-2,5	-1,25	-4,0	-2,00	-6,0	-3,00	-8,0	-4,00	-12,0	-6,00
> 315 - 355	0	+1,50	0	+2,50	0	+3,50	0	+4,50	0	+6,50
> 355 — 400	-3,0	-1,50	-5,00	-2,50	7,00	-3,50	-9,0	-4,50	-13,0	-6,50
> 400 - 450	0	+2,00	0	+3,00	0	+4,00	0	+5,00	0	+7,50
> 450 — 500	-4,0	-2,00	-6,0	-3,00	-8,0	-4,00	-10,0	-5,00	-15,0	-7,50

Cấp chính xác 4,5

(tiếp bảng 2-7)

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai														
	g4	h4	js4	k4	m4	n4	g5	h5	js5	k5	m5	n5	p5	r5	s5
	Sai lệch giới hạn µ m														
Từ 1 đến 3	-2 -5	0 -3	+1,5 -1,5	+3 0	+5 +2	+7 +4	-2 -6	0 -4	+2,0 -2,0	+4 0	+6 +2	+8 +4	+10 +6	+14 +10	+18 +14
Trên 3 đến 6	-4 -8	0 -4	+2,0 -2,0	+5 1	+8 +4	+12 +8	-4 -9	0 -5	+2,5 -2,5	+6 +1	+9 +4	+13 +8	+17 +12	+20 +15	+24 +19
Trên 6 đến 10	-5 -9	0 -4	+2,0 -2,0	+5 +1	+10 +6	+14 +10	-5 -11	0 -6	+3,0 -3,0	+7 +1	+12 +6	+16 +10	+21 +15	+25 +19	+29 +23
Trên 10 đến 14	-6	0	+2,5	+6	+12	+17	-6	0	+4,0	+9	+15	+20	+26	+31	+36
Trên 14 đến 18	-11	-5	-2,5	+1	+7	+12	-14	-8	-4,0	+1	+7	+12	+18	+23	+28
Trên 18 đến 24	-7	0	+3	+8	+14	+21	-7	0	+4,5	+11	+17	+24	+31	+37	+44
Trên 24 đến 30	-13	-6	-3	+2	+8	+15	-16	-9	-4,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35
Trên 30 đến 40	-9	0	+3,5	+9	+16	+24	-9	0	+5,5	+13	+20	+28	+37	+45	+54
Trên 40 đến 50	-16	-7	-3,5	+2	+9	+17	-20	-11	-5,5	+2	+9	+17	+26	+34	+43
Trên 50 đến 65	-10	0	+4	+10	+19	+28	-10	0	+6,5	+15	+24	+33	+45	+54 +41	+66 +53
Trên 65 đến 80	-18	-8	-4	+2	+11	+20	-23	-13	-6,5	+2	+11	+20	+32	+56 +43	+72 +59
Trên 80 đến100	-12	0	+5	+13	+23	+33	-12	0	+7,5	+18	+28	+38	+52	+66 +51	+86 +71
Trên 100 đến 120	-22	-10	-5	+3	+13	+23	-17	-15	-7,5	+3	+13	+23	+37	+69 +54	+94 +79

Cấp chính xác 4,5 (tiếp)

(tiếp theo bảng 2 -7)

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai														
	g4	h4	js4	k4	m4	n4	g5	h5	js5	k5	m5	n5	p5	r5	s5
	Sai lệch giới hạn μ m														
Từ 120 đến 140	-14	0	+6	+15	+27	+39	-14	0	+9	+21	+33	+45	+61	+81 +63	+110 +92
Trên 140 đến1 60	-26	-12	-6	+3	+15	+27	-32	-18	-9	+3	+15	+27	+43	+83 +65	+118 +100
Trên 160 đến 180														+86 +68	+126 +108
Trên 180 đến 200	-15	0	+7	+18	+31	+45	-15	0	+10	+24	+37	+51	+70	+97 +77	+142 +122
Trên 200 đến 225	-29	-14	-7	+4	+17	+31	-35	-20	-10	+4	+17	+31	+50	+100 +80	+150 +130
Trên 225 đến 250														+104 +84	+160 +140
Trên 250 đến 280	-17	0	+8	+20	+36	+50	-17	0	+11,5	+27	+43	+57	+79	+117 +94	+181 +158
Trên 280 đến 315	-33	-16	-8	+4	+20	+34	-40	-23	-11,5	+4	+20	+34	+56	+121 +98	+193 +170
Trên 315 đến 355	-18	0	+9	+22	+39	+55	-18	0	+12,5	+29	+46	+62	+87	+133 +108	+215 +190
Trên 355 đến 400	-36	-18	-9	+4	+21	+37	-43	-25	-12,5	+4	+21	+37	+62	+139 +114	+233 +208
Trên 400 đến 450	-20	0	+10	+25	+43	+60	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+153 +126	+259 +232
Trên 450 đến 500	-40	-20	-10	+5	+23	+40	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+159 +132	+279 +252

Cấp chính xác 6

(tiếp theo bảng 2 - 7)

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai										
	f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6
	Sai lệch giới hạn μ mm										
Từ 1 đến 3	-6 -12	-2 -8	0 -6	+3 -3	+6 0	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	
> 3 - 6	-10 -18	-4 -12	0 -8	+4 -4	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	
> 6 - 10	-13 -22	-5 -14	0 -9	+4,5 -4,5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	
> 10 - 18	-16 -27	-6 -17	0 -11	+5,5 -5,5	+12 +1	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28	
> 18 - 30	-20 -33	-7 -20	0 -13	+6,5 -6,5	+15 +2	+21 +8	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	+54 +41
> 30 - 40	-25 -41	-9 -25	0 -16	+8 -8	+18 +2	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	+64 +48
> 40 - 50											+70 +54
> 50 - 65	-30 -49	-10 -29	0 -19	+9,5 -9,5	+21 +2	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+60 +41	+72 +53	+85 +66
> 65 - 80									+62 +43	+78 +59	+94 +75
> 80 - 100	-36 -58	-12 -34	0 -22	+11 -11	+25 +3	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +51	+93 +71	+113 +91
>100 - 120									+76 +54	+101 +97	+126 +104
> 120 - 140	-43 -68	-14 -39	0 -25	+12,5 -12,5	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+88 +63	+117 +92	+147 +122
> 140 - 160									+90 +65	+125 +100	+159 +134
> 160 - 180									+93 +68	+133 +108	+171 +146
> 180 - 200	-50 -79	-15 -44	0 -29	+14,5 -14,5	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+106 +77	+151 +122	+195 +166
> 200 - 225									+109 +80	+150 +130	+209 +180
> 225 -250									+113 +84	+169 +140	+225 +196
> 250- 280	-56 -88	-17 -49	0 -32	+16 -16	+36 +4	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+126 +94	+190 +158	+250 +218
> 280 - 315									+130 +98	+202 +170	+272 +240
> 315 - 355	-62 -98	-18 -54	0 -36	+18 -18	+40 +4	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+114 +108	+226 +190	+304 +268
. 355 - 400									+150 +114	+244 +208	+330 +294
> 400 - 450	-68 -108	-20 -60	0 -40	+20 -20	+45 +5	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+166 +126	+272 +232	+370 +330
> 450 - 500									+172 +132	+292 +252	+400 +360

Cấp chính xác 7

(tiếp theo bảng 2 - 7)

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai								
	e7	f7	h7	js7	k7	m7	n7	s7	u7
	Sai lệch giới hạn µm								
Từ 1 đến 3	-14 -24	-6 -16	0 -10	+5 -5	+10 0		+14 +4	+24 +14	+28 +18
> 3 - 6	-20 -32	-10 -22	0 -12	+6 -6	+13 +1	+16 +4	+20 +8	+31 +19	+35 +23
> 6 - 10	-25 -40	-13 -28	0 -15	+7 -7	+16 +1	+21 +6	+25 +10	+38 +23	+43 +28
> 10 - 18	-32 -50	-16 -34	0 -18	+9 -9	+19 +1	+25 +7	+30 +12	+46 +28	+51 +33
> 18 - 24	-40 -61	-20 -41	0 -21	+10 -10	+23 +2	+29 +8	+36 +15	+56 +35	+62 +41
> 24 - 30									+69 +48
> 30 - 40	-50 -75	-25 -50	0 -25	+12 -12	+27 +2	+34 +9	+42 +17	+68 +43	+85 +60
> 40 - 50									+95 +70
> 50 65	-60 -90	-30 -60	0 -30	+15 -15	+32 +2	+41 +11	+50 +20	+83 +53	+117 +87
> 65 - 80								+89 +59	+132 +102
> 80 - 100	-72 -107	-36 -71	0 -35	+17 -17	+38 +3	+48 +13	+58 +23	+106 +71	+159 +124
> 100 - 120								+114 +79	+179 +144
> 120 - 140	-85 -125	-43 -83	0 -40	+20 -20	+43 +3	+55 +15	+67 +27	+132 +92	+210 +170
> 140 - 160								+140 +100	+230 +190
> 160 - 180								+148 +108	+250 +210
> 180 - 200	-100 -146	-50 -96	0 -46	+23 -23	+50 +4	+63 +17	+77 +31	+168 +122	+282 +236
> 200 - 225								+176 +130	+304 +258
> 225 - 250								+186 +140	+330 +248
> 250 - 280	-110 -162	-56 -108	0 -52	+26 -26	+56 +4	+72 +20	+86 +34	+210 +158	+367 +315
> 280 - 315								+222 +170	+402 +350
> 315 - 355	-125 -182	-62 -119	0 -57	+28 -28	+61 +4	+78 +21	+94 +37	+247 +190	+447 +390
> 355 - 400								+266 +208	+492 +435
" 400 " 450	-135 -198	-68 -131	0 -63	+31 -31	+68 +5	+86 +23	+103 +40	+295 +232	+553 +490
> 450 - 500								+315 +252	+603 +540

Cấp chính xác 8

(tiếp theo bảng 2 - 7)

Khoảng kích thước mm	Miền kích thước								
	c8	d8	e8	f8	h8	js8*	u8	x8	z8
	Sai lệch giới hạn μ m								
Từ 1 đến 3	-60 -74	-20 -34	-14 -28	-6 -20	0 -14	+7 -7	+32 +18	+34 +20	+40 +26
> 3 đến 6	-70 -88	-30 -48	-20 -38	-10 -28	0 -18	+9 -9	+41 +23	+46 +28	+53 +35
> 6 - 10	-80 -102	-40 -62	-25 -47	-13 -35	0 -22	+11 -11	+50 +28	+56 +34	+64 +42
> 10 - 14	-95 -122	-50 -77	-32 -59	-16 -43	0 -27	+13 -13	+60 +33	+67 +40	+77 +50
> 14 - 18								+72 +45	+87 +60
> 18 - 24	-110 -143	-65 -98	-40 -73	-20 -53	0 -33	+16 -16	+74 +41	+87 +54	+106 +73
> 24 - 30							+81 +48	+97 +64	+121 +88
> 30 - 40	-120 -159	-80 -119	-50 -89	-25 -64	0 -39	+19 -19	+99 +60	+119 +80	+151 +112
> 40 - 50	-130 -169						+109 +70	+136 +97	+175 +136
> 50 - 65	-140 -186	-100 -146	-60 -106	-30 -76	0 -46	+23 -23	+133 +87	+168 +122	+218 +172
> 65 - 80	-150 -196						+148 +102	+192 +146	+256 +210
> 80 - 100	-170 -224	-120 -174	-72 -126	-36 -90	0 -54	+27 -27	+178 +124	+232 +178	+312 +258
> 100 - 120	-180 -234						+198 +144	+264 +210	+364 +310
> 120 - 140	-200 -263	-145 -208	-85 -148	-43 -106	0 -63	+31 -31	+233 +170	+311 +248	+428 +365
> 140 - 160	-210 -273						+253 +190	+343 +280	+478 +415
> 160 - 180	-230 -293						+273 +210	+373 +310	+528 +465
> 180 - 200	-240 -312	-170 -142	-100 -172	-50 -122	0 -72	+36 -36	+308 +236	+422 +350	+592 +520
> 200 - 225	-260 -332						+330 +258	+457 +385	+647 +575
> 225 - 250	-280 -352						+356 +284	+497 +425	+712 +640
> 250 - 280	-300 -381	-190 -271	-110 -191	-56 -137	0 -81	+40 -40	+396 +315	+556 +475	+791 +710
> 280 - 315	-330 -411						+431 +350	+606 +525	+871 +790
> 315 - 355	-360 -449	-210 -299	-125 -214	-62 -151	0 -89	+44 -44	+479 +390	+679 +590	+989 +900
> 355 - 400	-400 -489						+524 +435	+749 +660	+1089 +1000
> 400 - 450	-440 -537	-230 -327	-135 -232	-68 -165	0 -97	+48 -48	+587 +490	+837 +740	+1197 +1100
> 450 - 500	-480 -577						+637 +540	917 +820	+1347 +1250

Cấp chính xác 9 và 10

(tiếp theo bảng 2 - 7)

Khoảng kích thước mm	Miền kích thước							
	d9	e9	f9	h9	js9*	d10	h10	js10*
	Sai lệch giới hạn µm							
Từ 1 đến 3	-20 -45	-14 -39	-6 -31	0 -25	+12 -12	-20 -60	0 -40	+20 -20
> 3 – 6	-30 -60	-20 -50	-10 -40	0 -30	+15 -15	-30 -78	0 -48	+24 -24
" 6 " 10	-40 -76	-25 -61	-13 -49	0 -36	+18 -18	-40 -98	0 -58	+29 -29
" 10 " 14	-50	-32	-16	0	+21	-50	0	+35
" 14 " 18	-93	-75	-59	-43	-21	-120	-70	-35
" 18 " 24	-65	-40	-20	0	+26	-65	0	+42
" 24 " 30	-117	-92	-72	-52	-26	-149	-80	-42
" 30 " 40	-80	-50	-25	0	+31	-80	0	+50
" 40 " 50	-142	-112	-87	-62	-31	-180	-100	-50
" 50 " 65	-100	-60	-30	0	+37	-100	0	+60
" 65 " 80	-174	-134	-104	-74	-37	-220	-120	-60
" 80 " 100	-120	-72	-36	0	+43	-120	0	+70
" 100 " 120	-207	-159	-123	-87	-43	-260	-140	-70
" 120 " 140	-145	-85	-43	0	+50	-145	0	+80
" 140 " 160	-245	-185	-143	-100	-50	-305	-160	-80
" 160 " 180								
" 180 " 200	-170	-100	-50	0	+57	-170	0	+92
" 200 " 225	-285	-215	-165	-115	-57	-355	-185	-92
" 225 " 250								
" 250 " 280	-190	-110	-56	0	+65	-190	0	+105
" 280 " 315	-320	-240	-186	-130	-65	-400	-210	-105
" 315 " 355	-210	-125	-62	0	+70	-210	0	+115
" 355 " 400	-350	-265	-202	-140	-70	-440	-230	-115
" 400 " 450	-230	-135	-68	0	+77	-230	0	+125
" 450 " 500	-385	-290	-233	-155	-77	-480	-250	-125

Cấp chính xác 11 và 12

(tiếp theo bảng 2 - 7)

Khoảng kích thước, mm	Miền kích thước								
	a11	b11	c11	d11	h11	js11*	b12	h12	js12*
	Sai lệch giới hạn, μ mm								
Từ 1 đến 3	-270 -330	-140 -200	-60 -120	-20 -80	0 -60	+30 -30	-140 -240	0 -100	+50 -50
> 3 - 6	-270 -345	-140 -215	-70 -145	-30 -105	0 -75	+37 -37	-140 -260	0 -120	+60 -60
> 6 - 10	-280 -370	-150 -240	-80 -170	-40 -130	0 -90	+45 -45	-150 -300	0 -150	+75 -75
> 10 - 14	-290 -400	-150 -260	-95 -205	-50 -160	0 -110	+55 -55	-150 -330	0 -180	+90 -90
> 14 - 18									
> 18 - 24	-300 -430	-160 -290	-110 -240	-65 -195	0 -130	+65 -65	-160 -370	0 -210	+105 -105
> 24 - 30									
> 30 - 40	-310 -470	-170 -330	-120 -280	-80 -240	0 -160	+80 -80	-170 -420	0 -250	+125 -125
> 40 - 50	-320 -480	-180 -340	-130 -290				-180 -430		
> 50 - 65	-340 -530	-190 -380	-140 -330	-100 -290	0 -190	+95 -95	-190 -490	0 -300	+150 -150
> 65 - 80	-360 -550	-200 -390	-150 -340				-200 -500		
> 80 - 100	-380 -600	-220 -440	-170 -390	-120 -340	0 -220	+110 -110	-220 -570	0 -350	+175 -175
> 100 - 120	-410 -630	-240 -460	-180 -400				-240 -590		
> 120 - 140	-460 -710	-260 -510	-200 -450	-145 -395	0 -250	+125 -125	-260 -660	0 -400	+200 -200
> 140 - 160	-520 -770	-280 -530	-210 -460				-280 -680		
> 160 - 180	-580 -830	-310 -560	-230 -480				-310 -710		
> 180 - 200	-660 -900	-340 -630	-240 -530	-170 -460	0 -290	+145 -145	-340 -800	0 -460	+230 -230
> 200 - 225	-740 -1030	-380 -670	-260 -550				-380 -840		
> 225 - 250	-820 -1110	-420 -710	-280 -570				-420 -880		
> 250 - 280	-920 -1240	-480 -800	-300 -620	-190 -510	0 -320	+160 -160	-480 -1000	0 -520	+260 -260
> 280 - 315	-1050 -1370	-540 -860	-330 -650				-540 -1000		
> 315 - 355	-1200 -1560	-600 -960	-360 -720	-210 -570	0 -360	+180 -180	-600 -1170	0 -570	+285 -285
> 355 - 400	-1350 -1710	-680 -1040	-400 -760				-680 -1250		
> 400 - 450	-1500 -1900	-760 -1160	-440 -840	-230 -630	0 -400	+200 -200	-760 -1390	0 -630	+315 -315
> 450 - 500	-1650 -2050	-840 -1240	-480 -880				-840 -1470		

Cấp chính xác từ 13 đến 17

(Tiếp theo bảng 2 - 7)

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai									
	h13*	js13*	h14*	js14*	h15*	js15*	h16*	js16*	h17*	js17*
	Sai lệch giới hạn, µm									
Từ 1 đến 3	0 -140	+70 -70	0 -250	+125 -125	0 -400	+200 -200	0 -600	+300 -300	0 -1000	+500 -500
Trên 3 đến 6	0 -180	+90 -90	0 -300	+150 -150	0 -480	+240 -240	0 -750	+375 -375	0 -1200	+600 -600
" 6 " 10	0 -220	+110 -110	0 -360	+180 -180	0 -580	+290 -290	0 -900	+450 -450	0 -1500	+750 -750
"10 "14 "14 " 18	0 -270	+135 -135	0 -430	+215 -215	0 -700	+350 -350	0 -1100	+550 -550	0 -1800	+900 -900
" 18 " 24 "24 " 30	0 -330	+165 -165	0 -520	+260 -260	0 -840	+420 -420	0 -1300	+650 -650	0 -2100	+1050 -1050
"30 " 40 " 40 " 50	0 -390	+195 -195	0 -620	+310 -310	0 -1000	+500 -500	0 -1600	+800 -800	0 -2500	+1250 -1250
" 50 " 65 " 65 " 80	0 -460	+230 -230	0 -740	+370 -370	0 -1200	+600 -600	0 -1900	+950 -950	0 -3000	+1500 -1500
" 80 " 100 " 100 " 120	0 -540	+270 -270	0 -870	+435 -435	0 -1400	+700 -700	0 -2200	+1100 -1100	0 -3500	+1750 -1750
" 120 " 140 " 140 " 160 " 160 " 180	0 -630	+315 -315	0 -1000	+500 -500	0 -1600	+800 -800	0 -2500	+1250 -1250	0 -4000	+2000 -2000
" 180 " 200 " 200 " 225 " 225 " 250	0 -720	+360 -360	0 -1150	+575 -575	0 -1850	+925 -925	0 -2900	+1450 -1450	0 -4600	+2300 -2300
" 250 " 280 " 280 " 315	0 -810	+405 -405	0 -1300	+650 -650	0 -2100	+1050 -1050	0 -3200	+1600 -1600	0 -5200	+2600 -2600
" 315 " 355 " 355 " 400	0 -890	+415 -415	0 -1400	+700 -700	0 -2300	+1150 -1150	0 -3600	+1800 -1800	0 -5700	+2850 -2850
" 400 " 450 " 450 " 500	0 -970	+485 -485	0 -1550	+775 -775	0 -2500	+1250 -1250	0 -4000	+2000 -2000	0 -6300	+3150 -3150

Chú thích: *Miền dung sai không dùng cho các lắp ghép.

Miền dung sai ưu tiên

Bảng 2.8 *Sai lệch giới hạn của lỗ đối với kích thước từ 1 đến 500 mm*
TCVN2245-91, cấp chính xác từ 01 đến 4

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai											
	H01*	js01*	H0*	js0*	H1*	js1*	H2*	js2*	H3*	js3*	H4*	js4*
	Sai lệch giới hạn µm											
Từ 1 đến3	+0,30 0	+0,15 -0,15	+0,5 0	+0,25 -0,25	+0,8 0	+0,40 -0,40	+1,2 0	+0,60 -0,60	+2,0 0	+1,00 -1,00	+3 0	+1,5 -1,5
> 3 - 6	+0,40 0	+0,20 -0,20	+0,6 0	+0,30 -0,30	+1,0 0	+0,50 -0,50	+1,5 0	+0,75 -0,75	+2,5 0	+1,25 -1,25	+4 0	+2,0 -2,0
" 6 " 10	+0,40 0	+0,20 -0,20	+0,6 0	+0,30 -0,30	+1,0 0	+0,50 -0,50	+1,5 0	+0,75 -0,75	+2,5 0	+1,25 -1,25	+4 0	+2,0 -2,0
" 10 " 14 " 14 " 18	+0,50 0	+0,25 -0,25	+0,8 0	+0,40 -0,40	+1,2 0	+0,60 -0,60	+2,0 0	+1,00 -1,00	+3,0 0	+1, 50 -1,50	+5 0	+2,5 -2,5
" 18 " 24 " 24 " 30	+0,60 0	+0,30 -0,30	+1,0 0	+0,50 -0,50	+1,5 0	+0,75 -0,75	+2,5 0	+1,25 -1,25	+4,0 0	+2,00 -2,00	+6 0	+3,0 -3,0
" 30 " 40 " 40 "50	+0,60 0	+0,30 -0,30	+1,0 0	+0,50 -0,50	+1,5 0	+0,75 -0,75	+2,5 0	+1,25 -1,25	+4,0 0	+2,00 -2,00	+7 0	+3,5 -3,5
" 50 "65 " 65 " 80	+0,80 0	+0,40 -0,40	+1,2 0	+0,60 -0,60	+2,0 0	+1,00 -1,00	+3,0 0	+1,50 -1,50	+5,0 0	+2,50 -2,50	+8 0	+4,0 -4,0
" 80 " 100 " 100 " 120	+1,0 0	+0,50 -0,50	+1,5 0	+0,75 -0,75	+2,5 0	+1,25 -1,25	+4,0 0	+2,00 -2,00	+6,0 0	+3,00 -3,00	+10 0	+5,0 -5,0

Cấp chính xác từ 01 đến 4 (tiếp) (tiếp theo bảng 2 - 8)

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai											
	H01*	Js01*	H0*	Js0*	H1*	Js1*	H2*	Js2*	H3*	Js3*	H4*	Js4*
	Sai lệch giới hạn, µm											
> 120 - 140	+1,2	+0,60	+2,0	+1,0	+3,5	+1,75	+5,0	+2,50	+8,0	+4,00	+12	+6,0
" 140 " 160												
" 160 " 180	0	-0,60	0	-1,0	0	-1,75	0	-2,50	0	-4,00	0	-6,0
" 180 " 200	+2,0	+1,0	+3,0	+1,50	+4,5	+2,25	+7,0	+3,50	+10,0	+5,00	+14	+7,0
" 200 " 225	0	-1,0	0	-1,50	0	-2,25	0	-3,50	0	-5,00	0	-7,0
" 225 " 250												
" 250 " 280	+2,5	+1,25	+4,0	+2,0	+6,0	+3,0	+8,0	+4,0	+12,0	+6,00	+16	+8,0
" 280 " 315	0	-1,25	0	-2,0	0	-3,0	0	-4,0	0	-6,00	0	-8,0
" 315 " 355	+3,0	+1,50	+5,0	+2,5	+7,0	+3,5	+9,0	+4,5	+13,0	+6,50	+18	+9,0
" 355 " 400	0	-1,50	0	-2,5	0	-3,5	0	-4,5	0	-6,50	0	-9,0
" 400 " 450	+4,0	+2,0	+6,0	+3,00	+8,0	+4,0	+10,0	+5,0	+15,0	+7,50	+20	+10,0
" 450 " 500	0	-2,0	0	-3,00	0	-4,0	0	-5,0	0	-7,50	0	-10,0

Cấp chính xác 5 và 6

(tiếp bảng 2 - 8)

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai												
	G5	H5	Js5	K5	M5	N5	G6	H6	Js6	K6	M6	N6	P6
	Sai lệch giới hạn, μm												
Từ 1 đến 3	+6	+4	+2,0	0	-2	-4	+8	+6	+3,0	0	-2	-4	-6
	+2	0	-2,0	-4	-6	-8	+2	0	-3,0	-6	-8	-10	-12
Trên 3 đến 6	+9	+5	+2,5	0	-3	-7	+12	+8	+4,0	+2	-1	-5	-9
	+4	0	-2,5	-5	-8	-12	+4	0	-4,0	-6	-9	-13	-17
" 6 " 10	+11	+6	+3,0	+1	-4	-8	+14	+9	+4,5	+2	-3	-7	-12
	+5	0	-3,0	-5	-10	-14	+5	0	-4,5	-7	-12	-16	-21
" 10 " 18	+14	+8	+4,0	+2	-4	-9	+17	+11	+5,5	+2	-4	-9	-15
	+6	0	-4,0	-6	-12	-17	+6	0	-5,5	-9	+15	-20	-26
" 18 " 30	+16	+9	+4,5	+1	-5	-12	+20	+13	+6,5	+2	-4	-11	-18
	+7	0	-4,5	-8	-14	-21	+7	0	-6,5	-11	-17	-24	-31
" 30 " 50	+20	+11	+5,5	+2	-5	-13	+25	+16	+8,0	+3	-4	-12	-21
	+9	0	-5,5	-9	-16	-24	+9	0	-8,0	-13	-20	-28	-37
" 50 " 80	+23	+13	+6,5	+3	-6	-15	+29	+19	+9,5	+4	-5	-14	-26
	+10	0	-6,5	-10	-19	-28	+10	0	-9,5	-15	-24	-33	-45

(tiếp bảng 2 - 8)

Khoảng kích thước, mm	Miền dung sai												
	G5	H5	Js5	K5	M5	N5	G6	H6	Js6	K6	M6	N6	P6
	Sai lệch giới hạn, µm												
>80 đến 120	+27 +12	+15 0	+7,5 -7,5	+2 -13	-8 -23	-18 -33	+34 +12	+22 0	+11 -11	+4 -18	-6 -28	-16 -38	-30 -52
" 120 " 180	+32 +14	+18 0	+9,0 -9,0	+3 -15	-9 -27	-21 -39	+39 +14	+25 0	+12,5 -12,5	+4 -21	-8 -33	-20 -45	-36 -61
" 180 " 250	+35 +15	+20 0	+10 -10	+2 -18	-11 -31	-25 -45	+44 +15	+29 0	+14,5 -14,5	+5 -24	-8 -37	-22 -51	-41 -70
" 250 " 315	+40 +17	+23 0	+11,5 -11,5	+3 -20	-13 -36	-27 -50	+49 +17	+32 0	+16 -16	+5 -27	-9 -41	-25 -37	-47 -79
" 315 " 400	+43 +18	+25 0	+12,5 -12,5	+3 -22	-14 -39	-30 -55	+54 +18	+36 0	+18 -18	+7 -29	-10 -46	-26 -62	-51 -87
" 400 " 500	+47 +20	+27 0	+13,5 -13,5	+2 -25	-16 -43	-33 -60	+60 +20	+40 0	+20 -20	+8 -32	-10 -50	-27 -67	-55 -95

Cấp chính xác 7

(tiếp theo bảng 2 - 8)

Khoảng kích thước mm	Miền kích thước										
	F7	G7	H7	Js7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7
	Sai lệch giới hạn, µm										
Từ 1 đến 3	+16 +6	+12 +2	+10 0	+5 -5	0 -10	-2 -12	-4 -14	-6 -16	-10 -20	-14 -24	
Trên 3 " 6	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-11 -23	-15 -27	
" 6 " 10	+28 +13	+20 +5	+15 0	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-13 -28	-17 -32	- -
" 10 " 18	+34 +16	+24 +6	+18 0	+9 -9	+6 -12	0 -18	-5 -23	-11 -29	-16 -34	-21 -39	- -
" 18 "24	+41 +20	+28 +7	+21 0	+10 -10	+6 -15	0 -21	-7 -28	-14 -35	-20 -41	-27 -48	- -33 -54
" 24 "30											
" 30 "40	+50 +25	+34 +9	+25 0	+12 -12	+7 -18	0 -25	-8 -33	-17 -42	-25 -50	-34 -59	-39 -64
" 40 "50											-45 -70
" 50 "65	+60 +30	+40 +10	+30 0	+15 -15	+9 -21	0 -30	-9 -39	-21 -51	-30 -60	-42 -72	-55 -85
" 65 "80									-32 -62	-48 -78	-64 -94
" 80 "100	+71 +36	+47 +12	+35 0	+17 -17	+10 -25	0 -35	-10 -45	-24 -59	-38 -73	-58 -93	-78 -113
" 100 "120									-41 -76	-66 -101	-91 -126
" 120 "140	+83 +43	+54 +14	+40 0	+20 -20	+12 -28	0 -40	-12 -52	-28 -68	-48 -88	-77 -117	-107 -147
" 140 "160									-50 -90	-85 -125	-119 -159
" 160 "180									-53 -93	-93 -133	-131 -171
" 180 "200	+96 +50	+61 +15	+46 0	+23 -23	+13 -33	0 -46	-14 -60	-33 -79	-60 -106	-105 -151	-149 -195
" 200 "225									-63 -109	-113 -159	-163 -209
" 225 "250									-67 -113	-123 -169	-179 -225
" 250 "280	+108 +56	+69 +17	+52 0	+26 -26	+16 -36	0 -52	-14 -66	-36 -88	-74 -126	-138 -190	-198 -250
" 280 "315									-78 -130	-150 -202	-220 -270
" 315 "355	+119 +62	+75 +18	+57 0	+28 -28	+17 -40	0 -57	-16 -73	-41 -98	-87 -144	-169 -226	-247 -304
" 355 "400									-93 -150	-187 -224	-273 -330
" 400 " 450	+131 +68	+83 +20	+63 0	+31 -31	+18 -45	0 -63	-17 -80	-45 -108	-103 -166	-209 -272	-307 -376
" 450 " 500									-109 -172	-229 -292	-337 -400

Cấp chính xác 8

(tiếp theo bảng 2 - 8)

Khoảng kích thước mm	Miền kích thước								
	D8	E8	F8	H8	Js8	K8	M8	N8	U8
	Sai lệch giới hạn, μ m								
Từ 1 đến 3	+34 +20	+28 +14	+20 +6	+14 0	+7 -7	0 -14	-2 -16	-4 -18	-18 -32
Trên 3 " 6	+48 +30	+38 +20	+28 +10	+18 0	+9 -9	+5 -13	+2 -16	-2 -20	-23 -41
" 6 " 10	+62 +40	+47 +25	+35 +13	+22 0	+11 -11	+6 -16	+1 -21	-3 -25	-28 -50
" 10 " 18	+77 +50	+59 +32	+43 +16	+27 0	+13 -13	+8 -19	+2 -25	-3 -30	-33 -60
" 18 "24	+98 +65	+73 +40	+53 +20	+33 0	+16 -16	+10 -23	+4 -29	-3 -36	-41 -74
" 24 "30									-48 -81
" 30 "40	+119 +80	+89 +50	+64 +25	+39 0	+19 -19	+12 -27	+5 -34	-3 -42	-60 -99
" 40 "50									-70 -109
" 50 "65	+146 +100	+106 +60	+76 +30	+46 0	+23 -23	+14 -32	+5 -41	-4 -50	-87 -133
" 65 "80									-102 -148
" 80 "100	+174 +120	+126 +72	+90 +36	+54 0	+27 -27	+16 -38	+6 -48	-4 -58	-124 -178
" 100 "120									-144 -198
" 120 "140	+208 +145	+148 +85	+106 +43	+63 0	+31 -31	+20 -43	+8 -55	-4 -67	-170 -233
" 140 "160									-190 -253
" 160 "180									-210 -273
" 180 "200	+242 +170	+172 +100	+122 +50	+72 0	+36 -36	+22 -50	+9 -63	-5 -77	-236 -308
" 200 "225									-258 -330
" 225 "250									-284 -356
" 250 "280	+271 +190	+191 +110	+137 +50	+81 0	+40 -40	+25 -56	+9 -72	-5 -86	-315 -396
" 280 "315									-350 -431
" 315 "355	+299 +210	+214 +125	+151 +62	+89 0	+44 -44	+28 -61	+11 -78	-5 -94	-390 -479
" 355 "400									-435 -524
" 400 "450	+327 +230	+232 +135	+165 +68	+97 0	+48 -48	+29 -68	+11 -86	-6 -103	-490 -587
" 450 "500									-540 -673

Cấp chính xác 9 và 10

(tiếp theo bảng 2 - 8)

Khoảng kích thước mm	Miền kích thước							
	D9	E9	F9	H9	Js9*	D10	H10	Js10*
	Sai lệch giới hạn, µm							
Từ 1 đến 3	+45 +20	+39 +14	+31 +6	+25 0	+12 -12	+60 +20	+40 0	+20 -20
Trên 3 " 6	+60 +30	+50 +20	+40 +10	+30 0	+15 -15	+78 +30	+48 0	+24 -24
" 6 " 10	+76 +40	+61 +25	+49 +13	+36 0	+18 -18	+98 +40	+58 0	+29 -29
" 10 " 18	+93 +50	+75 +32	+59 +16	+43 0	+21 -21	+120 +50	+70 0	+35 -35
" 18 "24 " 24 "30	+117 +65	+92 +40	+72 +20	+52 0	+26 -26	+149 +65	+84 0	+42 -42
" 30 "40 " 40 "50	+142 +80	+112 +50	+87 +25	+62 0	+31 -31	+180 +80	+100 0	+50 -50
" 50 "65 " 65 "80	+174 +100	+134 +60	+104 +30	+74 0	+37 -37	+220 +100	+120 0	+60 -60
" 80 "100 " 100 "120	+207 +120	+159 +72	+123 +36	+87 0	+43 -43	+260 +120	+140 0	+70 -70
" 120 "140 " 140 "160 " 160 "180	+245 +145	+185 +85	+143 +43	+100 0	+50 -50	+305 +145	+160 0	+80 -80
" 180 "200 " 200 "225 " 225 "250	+285 +170	+215 +100	+165 +50	+115 0	+57 -57	+355 +170	+185 0	+92 -92
" 250 "280 " 280 "315	+320 +190	+240 +110	+186 +56	+130 0	+65 -65	+400 +190	+210 0	+105 -105
" 315 "355 " 355 "400	+350 +210	+265 +125	+202 +62	+140 0	+70 -70	+440 +210	+230 0	+115 -115
" 400 "450 " 450 "500	+385 +230	+290 +135	+223 +68	+155 0	+77 -77	+480 +230	+250 0	+125 -125

Cấp chính xác11 và 12

(tiếp theo bảng 2 - 8)

Khoảng kích thước mm	Miền kích thước								
	A11	B11	C11	D11	H11	Js11*	B12	H12	Js12*
	Sai lệch giới hạn µ m								
Từ 1 đến 3	+330 +270	+200 +140	+120 +60	+80 +20	+60 0	+30 -30	+240 +140	+100 0	+50 -50
Trên 3 " 6	+345 +270	+215 +140	+145 +70	+105 +30	+75 0	+37 -37	+260 +140	+120 0	+60 -60
" 6 " 10	+370 +280	+240 +150	+170 +80	+130 +40	+90 0	+45 -45	+300 +150	+150 0	+75 -75
" 10 " 18	+400 +200	+260 +150	+205 +95	+160 +50	+110 0	+55 -55	+330 +150	+180 0	+90 -90
" 18 "24 " 24 "30	+430 +300	+290 +160	+240 +110	+195 +65	+130 0	+65 -65	+370 +160	+210 0	+105 -105
" 30 "40	+470 +310	+330 +170	+280 +120	+240 +80	+160 0	+80 -80	+420 +170	+250 0	+125 -125
" 40 "50	+480 +320	+340 +180	+290 +130				+430 +180		
" 50 "65	+530 +340	+380 +190	+330 +140	+290 +100	+190 0	+95 -95	+490 +190	+300 0	+150 -150
" 65 "80	+550 +360	+390 +200	+340 +150				+500 +200		
" 80 "100	+600 +380	+440 +220	+390 +170	+340 +120	+220 0	+110 -110	+570 +220	+350 0	+175 -175
" 100 "120	+630 +410	+460 +240	+400 +180				+590 +240		
" 120 "140	+710 +460	+510 +260	+450 +200	+395 +145	+250 0	+125 -125	+660 +260	+400 0	+200 -200
" 140 "160	+770 +520	+530 +280	+460 +210				+680 +280		
" 160 "180	+830 +580	+560 +310	+480 +230				+710 +310		
" 180 "200	+950 +660	+630 +340	+530 +240	+460 +170	+290 0	+145 -145	+800 +340	+460 0	+230 -230
" 200 "225	+1030 +740	+670 +380	+550 +260				+840 +380		
" 225 "250	+1110 +820	+710 +420	+570 +280				+880 +420		
" 250 "280	+1290 +920	+800 +480	+620 +300	+510 +190	+320 0	+160 -160	+1000 +480	+520 0	+260 -260
" 280 "315	+1370 +1050	+860 +540	+650 +330				+1060 +540		
" 315 "355	+1560 +1200	+960 +600	+720 +360	+570 +210	+360 0	+180 -180	+1170 +600	+570 0	+285 -285
" 355 "400	+1710 +1350	+1040 +680	+760 +400				+1250 +680		
" 400 "450	+1900 +1500	+1160 +760	+840 +440	+630 +230	+400 0	+200 -200	+1390 +760	+630 0	+315 -315
" 450 "500	+2050 +1650	+1240 +840	+880 +480				+1470 +840		

Cấp chính xác từ 13 đến 17

(tiếp bảng 2-8)

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai									
	H13*	JS13*	H14*	JS14*	H15*	JS15*	H16*	JS16*	H17*	JS17*
	Sai lệch giới hạn µm									
Từ 1 đến 3	+140 0	+70 -70	+250 0	+125 -125	+400 0	+200 -200	+600 0	+300 -300	+1000 0	+500 -500
Trên 3 đến 6	+180 0	+90 -90	+300 0	+150 -150	+480 0	+240 -240	+750 0	+375 -375	+1200 0	+600 -600
" 6 " 10	+220 0	+110 -110	+360 0	+180 -180	+580 0	+290 -290	+900 0	+450 -450	+1500 0	+750 -750
"10 "14 "14 " 18	+270 0	+135 -135	+430 0	+215 -215	+700 0	+350 -350	+1100 0	+550 -550	+1800 0	+900 -900
" 18 " 24 "24 " 30	+330 0	+165 -165	+520 0	+260 -260	+840 0	+420 -420	+1300 0	+650 -650	+2100 0	+1050 -1050
"30 " 40 " 40 " 50	+390 0	+195 -195	+620 0	+310 -310	+1000 0	+500 -500	+1600 0	+800 -800	+2500 0	+1250 -1250
" 50 " 65 " 65 " 80	+460 0	+230 -230	+710 0	+370 -370	+1200 0	+600 -600	+1900 0	+950 -950	+3000 0	+1500 -1500
" 80 " 100 100 " 120	+540 0	+270 -270	+870 0	+435 -435	+1400 0	+700 -700	+2200 0	+1100 -1100	+3500 0	+1750 -1750
" 120 " 140 " 140 " 160 " 160 " 180	+630 0	+315 -315	+1000 0	+500 -500	+1600 0	+800 -800	+2500 0	+1250 -1250	+4000 0	+2000 -2000
" 180 " 200 " 200 " 225 " 225 " 250	+720 0	+360 -360	+1150 0	+575 -575	+1850 0	+925 -925	+2900 0	+1450 -1450	+4600 0	+2300 -2300
" 250 " 280 " 280 " 315	+810 0	+405 -405	+1300 0	+650 -650	+2100 0	+1050 -1050	+3200 0	+1600 -1600	+5200 0	+2600 -2600
" 315 " 355 " 355 " 400	+890 0	+415 -415	+1400 0	+700 -700	+2300 0	+1150 -1150	+3600 0	+1800 -1800	+5700 0	+2850 -2850
" 400 " 450 450 " 500	+970 0	+485 -485	+1550 0	+775 -775	+2500 0	+1250 -1250	+4000 0	+2000 -2000	+6300 0	+3150 -3150

Chú thích: *Miền dung sai không dùng cho các lắp ghép.

Miền dung sai ưu tiên

Bảng 2. 9 *Sai lệch giới hạn của trục đối với kích thước trên 500 đến 3150 mm TCVN 2245-91, cấp chính xác từ 01 đến 5*

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai													
	h01*	js01*	h0*	js0*	h1*	js1*	h2*	js2*	h3*	js3*	h4*	js4*	h5	js5*
	Sai lệch giới hạn µm													
> 500 - 560	0	+2,25	0	+3,0	0	+4,5	0	+5,5	0	+8,0	0	+11,0	0	+15,0
" 560 " 630	-4,5	-2,25	-6	-3,0	-9	-4,5	-11	-5,5	-16	-8,0	-22	-11,0	-30	-15,0
" 630" 710	0	+2,50	0	+3,5	0	+5,0	0	+6,5	0	+9,0	0	+12,5	0	+17,5
" 710 " 800	-5,0	-2,50	-7	-3,5	-10	-5,0	-13	-6,5	-18	-9,0	-25	-12,5	-35	-17,5
" 800" 900	0	+2,75	0	+4,0	0	+5,5	0	+7,5	0	+10,5	0	+14,5	0	+20,0
" 900 " 1000	-5,5	-2,75	-8	-4,0	-11	-5,5	-15	-7,5	-21	-10,5	-29	-14,5	-40	-20,0
" 1000" 1120	0	+3,25	0	+4,5	0	+6,5	0	+9,0	0	+12,0	0	+17,0	0	+23,0
" 1120 " 1250	-6,5	-3,25	-9	-4,5	-13	-6,5	-18	-9,0	-24	-12,0	-34	-17,0	-46	-23,0
" 1250" 1400	0	+4,00	0	+5,5	0	+7,5	0	+10,5	0	+14,5	0	+20,0	0	+27,0
" 1400 " 1600	-8,0	-4,00	-11	-5,5	-15	-7,5	-21	-10,5	-29	-14,5	-40	-20,0	-54	-27,0
" 1600" 1800	0	+4,50	0	+6,5	0	+9,0	0	+12,5	0	+17,5	0	+24,0	0	+32,5
" 1800 " 2000	-9,0	-4,50	-13	-6,5	-18	-9,0	-25	-12,5	-35	-17,5	-43	-24,0	-65	-32,5
" 2000" 2240	0	+5,50	0	+7,5	0	+11,0	0	+15,0	0	+20,5	0	+28,5	0	+38,5
" 2240 " 2500	-11	-5,50	-15	-7,5	-22	-11,0	-30	-15,0	-41	-20,5	-57	-28,5	-77	-38,5
" 2500" 2800	0	+6,50	0	+9,0	0	+13,0	0	+18	0	+25,0	0	+34,5	0	+46,5
" 2800 " 3150	-13,0	-6,50	-18	-9,0	-26	-13,0	-36	-18	-50	-25,0	-69	-34,5	-93	-46,5

Cấp chính xác 6

(tiếp bảng 2 - 9)

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai											
	f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6	U6
	Sai lệch giới hạn µm											
Từ 500đến 560	-76 -120	-22 -66	0 -44	+22,0 -22,0	+44 0	+70 +26	+88 +44	+122 +78	+194 +150	+324 +280	+444 +400	+644 +600
" 560 " 630									+199 +155	+354 +310	+494 +450	+704 +660
" 630" 710	-80 -130	-24 -74	0 -50	+25,0 -25,0	+50 0	+80 +30	+100 +50	+138 +88	+225 +175	+390 +340	+550 +500	+790 +740
" 710 " 800									+235 +185	+430 +380	+610 +560	+890 +840
" 800" 900	-86 -142	-26 -82	0 -56	+28,0 -28,0	+56 0	+90 +34	+112 +56	+156 +100	+266 +210	+486 +430	+676 +620	+996 +940
" 900 " 1000									+276 +220	+526 +470	+736 +680	+1106 +1050
" 1000" 1120	-98 -164	-28 -94	0 -66	+33,0 -33,0	+66 0	+106 +40	+132 +66	+186 +120	+316 +250	+586 +520	+846 +780	+1216 +1150
" 1120 " 1250									+326 +260	+646 +580	+906 +840	+1396 +1300
" 1250" 1400	-110 -188	-30 -108	0 -78	+39,0 -39,0	+78 0	+126 +48	+156 +78	+218 +140	+378 +300	+710 +640	+1038 +960	+1528 +1450
" 1400 " 1600									+408 +330	+798 +720	+1128 +1050	+1678 +1600
" 1600" 1800	-120 -212	-32 -124	0 -92	+46,0 -46,0	+92 0	+150 +58	+184 +92	+262 +170	+462 +370	+912 +820	+1292 +1200	+1942 +1850
" 1800 " 2000									+492 +400	+1012 +920	+1442 +1350	+2092 +2000
" 2000" 2240	-130 -240	-34 -144	0 -110	+55,0 -55,0	+110 0	+178 +68	+220 +110	+305 +195	+550 +440	+1110 +1100	+1610 +1500	+2410 +2300
" 2240 " 2500									+570 +460	+1210 +1100	+1760 +1650	+2610 +2500
" 2500" 2800	-145 -280	-38 -173	0 -135	+67,5 -67,5	+135 0	+211 +40	+270 +135	+375 +240	+685 +550	+1385 +1250	+2035 +1900	+3035 +2900
" 2800 " 3150									+715 +580	+1535 +1400	+2235 +2100	+3335 +3200

Cấp chính xác 7

(tiếp bảng 2 - 9)

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai												
	e7	f7	g7	h7	js7	k7	n7	p7	r7	s7	t7	u7	v7
	Sai lệch giới hạn µm												
>500 - 560	-145 -215	-76 -146	-22 -92	0 -70	+35 -35	+70 0	+114 +44	+118 +78	+220 +150	+350 +280	+470 +400	+670 +600	+810 +740
" 560 " 630									+225 +155	+380 +310	+520 +450	+730 +660	+890 +820
" 630" 710	-160 -240	-80 -160	-24 -104	0 -80	+40 -40	+80 0	+130 +50	+168 +88	+255 +175	+420 +340	+580 +500	+820 +740	+1000 +920
" 710 " 800									+265 +185	+460 +380	+610 +560	+920 +810	+1080 +1000
" 800" 900	-170 -260	-80 -176	-26 -116	0 -90	+45 -45	+90 0	+146 +56	+190 +100	+300 +210	+520 +430	+710 +620	+1030 +940	+1210 +1150
" 900 " 1000									+310 +220	+560 +470	+770 +680	+1400 +1050	+1390 +1300
" 1000" 1120	-195 -300	-98 -203	-28 -133	0 -105	+52 -52	+105 0	+1716 +66	+225 +120	+355 +250	+625 +520	+885 +780	+1255 +1150	+1555 +1450
" 1120 " 1250									+365 +260	+685 +580	+915 +840	+1405 +1300	+1705 +1600
" 1250" 1400	-220 -345	-110 -235	-30 -155	0 -125	+62 -62	+125 0	+203 +78	+265 +140	+425 +300	+765 +640	+1085 +960	+1575 +1450	+1925 +1800
" 1400 " 1600									+455 +330	+845 +720	+1175 +1050	+1725 +1600	+2125 +2000
" 1600" 1800	-240 -390	-120 -270	-32 -182	0 -150	+75 -75	+150 0	+242 +92	+320 +170	+520 +370	+970 +820	+1350 +1200	+2000 +1850	+2450 +2300
" 1800 " 2000									+550 +400	+1070 +920	+1500 +1350	+2150 +2000	+2650 +2500
" 2000" 2240	-260 -435	-130 -305	-34 -209	0 -175	+87 -87	+175 0	+285 +110	+370 +195	+615 +440	+1175 +1000	+1675 +1500	+2475 +2200	+2975 +2800
" 2240 " 2500									+635 +460	+1275 +1100	+1825 +1650	+2675 +2500	+3275 +3400
" 2500" 2800	-290 -500	-145 -355	-38 -248	0 -210	+105 -105	+210 0	+345 +135	+450 +240	+760 +550	+1460 +1250	+2110 +1900	+3110 +2900	+3710 +3500
" 2800 " 3150									+790 +580	+1610 +1400	+2310 +2100	+3410 +3200	+4110 +3900

Cấp chính xác 8 và 9

(tiếp bảng 2 - 9)

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai												
	d8	e8	f8	h8	js8*	t8	u8	v8	d9	e9	f9	h9	js9*
	Sai lệch giới hạn µm												
Trên 500 - 560	-260	-145	-76	0	+55	+510 +400	+710 +600	+850 +740	-260	-145	-76	0	+87
" 560 " 630	-370	-255	-186	-110	-55	+560 +450	+770 +660	+930 +820	-435	-320	-251	-175	-87
" 630" 710	-290	-160	-80	0	+62	+625 +500	+865 +740	+1045 +920	-290	-160	-80	0	+100
" 710 " 800	-415	-285	-205	-125	-62	+685 +560	+965 +840	+1125 +1000	-490	-360	-280	-200	-100
" 800" 900	-320	-170	-86	0	+70	+760 +620	+1080 +940	+1290 +1150	-320	-170	-86	0	+115
" 900 " 1000	-460	-310	-226	-140	-70	+820 +680	+1190 +1050	+1440 +1300	-550	-400	-316	-230	-115
"1000"1120"	-350	-195	-98	0	+82	+945 +780	+1315 +1150	+1615 +1450	-350	-195	-98	0	+130
1120 " 1250	-515	-360	-263	-165	-82,	+1005 +840	+1465 +1300	+1765 +1600	-610	-455	-358	-260	-130
" 1250" 1400	-390	-220	-110	0	+97	+1155 +960	+1645 +1450	+1995 +1800	-390	-220	-110	0	+155
" 1400 "1600	-585	-415	-305	-195	-97	+1245 +1050	+1795 +1600	+2195 +2000	-700	-530	-420	-310	-155
"1600"1800"	-430	-240	-120	0	+115	+1430 +1200	+2080 +1850	+2530 +2300	-430	-240	-120	0	+185
1800 " 2000	-660	-470	-350	-230	-115	+1580 +1350	+2230 +2000	+2730 +2500	-800	-610	-490	-370	-185
"2000"2240"	-480	-260	-130	0	+140	+1780 +1500	+2580 +2300	+3080 +2800	-480	-260	130	0 -410	+220
2240 " 2500	-760	-540	-410	-280	-140	+1930 +1650	+2780 +2500	+3380 +3100	-920	-700	-570		-220
"2500"2800"	-520	-290	-145	0	+165	+2230 +1900	+3230 +2900	+3830 +3500	-520	-290	-145	0	+270
2800 " 3150	-850	-620	-475	-330	-165	+2430 +2100	+3530 +3200	+4230 +3900	-1060	-830	-685	-540	-270

Cấp chính xác từ 10 đến 12

(tiếp bảng 2-9)

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai									
	d10	h10	js10*	c11	cd11	d11	h11	js11*	h12	js12
	Sai lệch giới hạn µm									
> 500 - 560	-260	0	+140	-520	-370	-260	0	+220	0	+350
	-540	-280	-140	-960	-810	-700	-410	-220	-700	-350
" 560 " 630				-580	-390					
				-1020	-830					
" 630" 710	-290	0	+160	-640	-430	-290	0	+250	0	+400
	-610	-320	-160	-1140	-930	-790	-500	-250	-800	-400
" 710 " 800				-700	-450					
				-1200	-950					
" 800" 900	-320	0	+180	-780	-500	-320	0	+280	0	+450
	-680	-360	-180	-1340	-1060	-880	-560	-280	-900	-450
" 900 " 1000				-860	-520					
				-1420	-1080					
"1000"1120	-350	0	+210	-940	-580	-350	0	+330	0	+525
	-770	-420	-210	-1600	-1240	-1010	-660	-330		-525
" 1120 " 1250				-1050	-600				-1050	
				-1710	-1260					
" 1250"1400	-390	0	+250	-1150	-660	-390	0	+390	0	+625
	-890	-500	-250	-1930	-1440	-1170	-780	-390		-625
" 1400 " 1600				-1300	-720				-1250	
				-2080	-1500					
" 1600" 1800	-430	0	+300	-1450	-780	-430	0	+460	0	+750
	-1030	-600	-1300	-2370	-1700	-1350	-920	-460		-750
" 1800 " 2000				-1600	-820				-1500	
				-2520	-1740					
" 2000"2240	-480	0	+350	-180	-920	-480	0	+550	0	+875
	-1180	-700	-350	-2900	-2020	-1580	-1100	-550		-875
" 2240 " 2500				-2000	-980				-1750	
				-3100	-2080					
" 2500"2800	-520	0	+430	-2200	-1050	-520	0	+675	0	+1050
	-1380	-860	-430	-3350	-2400	-1870	-1350	-675		-1050
" 2800 " 3150				-2500	-1150				-2100	
				-3850	-2500					

Chú thích: *Miền dung sai không dùng cho các lắp ghép.

Cấp chính xác từ 13 đến 17

(tiếp bảng 2-9))

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai									
	h13*	js13*	h14*	js14*	h15*	js15*	h16*	js16*	h17*	js17*
	Sai lệch giới hạn,μm									
> 500 - 560	0	+550	0	+875	0	+1400	0	+2200	0	+3500
" 560 " 630	-1100	-550	-1750	-875	-2800	-1400	-4400	-2200	-7000	-3500
" 630" 710	0	+625	0	+1000	0	+1600	0	+2500	0	+4000
" 710 " 800	-1250	-625	-2000	-1000	-3200	-1600	-5000	-2500	-8000	-4000
" 800" 900	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2800	0	+4500
" 900 " 1000	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5600	-2800	-9000	-4500
" 1000" 1120	0	+825	0	+1300	0	+2100	0	+3300	0	+5250
" 1120 " 1250	-1650	-825	-2600	-1300	-4200	-2100	-6600	-3300	-10500	-5250
" 1250"1400	0	+975	0	+1550	0	+2500	0	+3900	0	+6250
" 1400 " 1600	-1950	-975	-3100	-1550	-5000	-2500	-7800	-3900	-12500	-6250
" 1600" 1800	0	+1150	0	+1850	0	+3000	0	+4600	0	+7500
" 1800 " 2000	-2300	-1150	-3700	-1850	-6000	-3000	-9200	-4600	-15000	-7500
" 2000" 2240	0	+1400	0	+2200	0	+3500	0	+5500	0	+8750
" 2240 " 2500	-2800	-1400	-4400	-2200	-7000	-3500	-11000	-5500	-17500	-8750
" 2500" 2800	0	+1650	0	+2700	0	+4300	0	+6750	0	+10500
" 2800 " 3150	-3300	-1650	-5400	-2700	-8000	-4300	-13500	-6750	-21000	-10500

Chú thích: *Miền dung sai không dùng cho các lắp ghép.

Bảng 2.10 *Sai lệch giới hạn của lỗ với kích thước trên 500 đến 3150 mm*
TCVN 245-91, cấp chính xác từ 01 đến 5

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai													
	H01*	Js01*	H0*	Js0*	H1*	Js1*	H2*	Js2*	H3*	Js3*	H4*	Js4*	H5	Js5*
	Sai lệch giới hạn, µm													
> 500 - 560 " 560 " 630	0 +4,5	+2,25 -2,25	+6 0	+3,0 -3,0	0 +9	+4,5 -4,5	+11 0	+5,5 -5,5	+16 0	+8,0 -8,0	+22 0	+11,0 -11,0	+30 0	+15,0 -15,0
" 630" 710 " 710 " 800	+5,0 0	+2,50 -2,50	+7 0	+3,5 -3,5	+10 0	+5,0 -5,0	+13 0	+6,5 -6,5	+18 0	+9,0 -9,0	+25 0	+12,5 -12,5	+35 0	+17,5 -17,5
" 800" 900 " 900 " 1000	+5,5 0	+2,75 -2,75	+8 0	+4,0 -4,0	+11 0	+5,5 -5,5	+15 0	+7,5 -7,5	+21 0	+10,5 -10,5	+29 0	+14,5 -14,5	+40 0	+20,0 -20,0
" 1000" 1120 " 1120 " 1250	+6,5 0	+3,25 -3,25	+9 0	+4,5 -4,5	+13 0	+6,5 -6,5	+18 0	+9,0 -9,0	+24 0	+12,0 -12,0	-34 0	+17,0 -17,0	+46 0	+23,0 -23,0
" 1250" 1400 " 1400 " 1600	+8,0 0	+4,00 -4,00	+11 0	+5,5 -5,5	+15 0	+7,5 -7,5	+21 0	+10,5 10,5	+29 0	+14,5 -14,5	+40 0	+20,0 -20,0	+54 0	+27,0 -27,0
" 1600" 1800 " 1800 " 2000	+9,0 0	+4,50 -4,50	+13 0	+6,5 -6,5	+18 0	+9,0 -9,0	+25 0	+12,5 -12,5	+35 0	+17,5 -17,5	+48 0	+24,0 -24,0	+65 0	+32,5 -32,5
" 2000" 2240 " 2240 " 2500	+11,0 0	+5,50 -5,50	+15 0	+7,5 -7,5	+22 0	+11,0 -11,0	+30 0	+15,0 -15,0	+41 0	+20,5 -20,5	+57 0	+28,5 -28,5	+77 0	+38,5 -38,5
" 2500" 2800 " 2800 " 3150	+13,0 0	+6,50 -6,50	+18 0	+9,0 -9,0	+26 0	+13,0 -13,0	+36 0	+18,0 -18,0	+50 0	+25,0 -25,0	+69 0	+34,5 -34,5	+93 0	+46,5 -46,5

Cấp chính xác 6

(tiếp bảng 2-10)

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai					
	G6	H6	JS6	K6	M6	N6
	Sai lệch giới hạn, µm					
> 500 - 560	+66	+44	+22,0	0	-26	-41
> 560 - 630	+22	0	-22,0	-44	-70	-88
> 630 - 710	+74	+50	+25,0	0	-30	-50
> 710 - 800	+24	0	-25,0	-50	-80	-100
> 800 - 900	+82	+56	+28,0	0	-34	-56
> 900 - 1000	+26	0	-28,0	-56	-90	-112
> 1000 - 1120	+94	+66	+33,0	0	-40	-66
> 1120 - 1250	+28	0	-33,0	-66	-106	-132
> 1250 - 1400	+108	+78	+39,0	0	-48	-78
> 1400 - 1600	+30	0	-39,0	-78	-126	-156
> 1600 - 1800	+124	+92	+46,0	0	-58	-92
> 1800 - 2000	+32	0	-46,0	-92	-150	-184
> 2000 - 2240	+144	+110	+55,0	0	-68	-110
> 2240 - 2500	+34	0	-55,0	-110	-178	-220
> 2500 - 2800	+173	+136	+67,0	0	-76	-135
> 2800 - 3150	+38	0	-67,0	-135	-211	-270

Cấp chính xác 7

(tiếp bảng 2 - 10)

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai											
	E7	F7	G7	H7	Js7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7
	Sai lệch giới hạn, µm											
> 500 - 560	+215 +145	+146 +76	+92 +22	+70 0	+35 -35	0 -70	-26 -96	-44 -114	-78 -148	-150 -220	-280 -350	-400 -470
" 560 " 630										-155 -225	-310 -380	-430 -520
" 630" 710	+240 +160	+160 +80	+104 +24	+80 0	+40 -40	0 -80	-30 -110	-50 -130	-88 -168	-175 -255	-340 -420	-500 -580
" 710 " 800										-185 -265	-380 -460	-560 -640
" 800" 900	+260 +170	+176 +86	+116 +26	+90 0	+45 -45	0 -90	-34 -124	-56 -146	-100 -190	-210 -300	-430 -520	-620 -710
" 900 " 1000										-220 -310	-470 -560	-680 -770
" 1000" 1120	+300 +195	+203 +98	+113 +28	+105 0	+52 -52	0 -105	-40 -145	-66 -171	-120 -225	-250 -355	-520 -625	-780 -885
" 1120 " 1250										-260 -365	-580 -685	-840 -945
" 1250" 1400	+345 +220	+235 +110	+155 +30	+125 0	+62 -62	0 -125	-48 -173	-78 -203	-140 -265	-300 -425	-640 -765	-960 -1085
" 1400 " 1600										-330 -455	-720 -845	-1050 -1175
" 1600" 1800	+390 +240	+270 +120	+182 +32	+150 0	+75 -75	0 -150	-58 -208	-92 -242	-170 -320	-370 -520	-820 -970	-1200 -1350
" 1800 " 2000										-340 -550	-920 -1070	-1350 -1500
" 2000" 2240	+435 +260	+305 +130	+209 +34	+175 0	+87 -87	0 -175	-68 -243	-110 -285	-195 -370	-440 -615	-1000 -1175	-1500 -1675
" 2240 " 2500										-460 -635	-1110 -1275	-1650 -1825
" 2500" 2800	+500 +200	+355 +145	+248 +38	+210 0	+105 -105	0 -210	-76 -286	-135 -345	-240 -450	-550 -760	-1250 -1400	-1900 -2110
" 2800 " 3150										-580 -790	-1400 -1610	-2100 -2310

Cấp chính xác 8 và 9

(tiếp bảng 2 - 10)

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai										
	D8	E8	F8	H8	Js8*	U8	D9	E9	F9	H9	Js9*
	Sai lệch giới hạn µm										
> 500 - 560	+370 +260	+255 +145	+186 +76	+110 0	+55 -55	-600 -710	+435 +260	+320 +145	+251 +76	+175 0	+87 -87
> 560 - 630						-660 -770					
> 630 - 710	+445 +290	+285 +160	+205 +80	+125 0	+62 -62	-740 -865	+490 +290	+360 +160	+280 +80	+200 0	+100 -100
> 710 - 800						-840 -965					
> 800 - 900	+460 +320	+310 +170	+226 +86	+140 0	+70 -70	-940 -1080	+550 +320	+400 +170	+316 +86	+230 0	+115 -115
> 900 - 1000						-1050 -1190					
> 1000 - 1120	+515 +350	+360 +195	+263 +98	+165 0	+82 -82	-1150 -1315	+610 +350	+455 +195	+358 +98	+260 0	+130 -130
> 1120 - 1250						-1300 -1465					
> 1250 - 1400	+585 +390	+415 +220	+305 +110	+195 0	+97 -97	-1450 -1645	+700 +390	+530 +220	+420 +110	+310 0	+155 -155
> 1400 - 1600						-1600 -1795					
> 1600 - 1800	+660 +430	+470 +240	+350 +120	+230 0	+115 -115	-1850 -2080	+800 +430	+610 +240	+490 +120	+370 0	+185 -185
> 1800 - 2000						-2000 -2230					
> 2000 - 2240	+760 +480	+540 +260	+410 +130	+280 0	+140 -140	-2300 -2580	+920 +480	+700 +260	+570 +130	+440 0	+220 -220
> 2240 - 2500						-2500 -2780					
> 2500 - 2800	+850 +520	+620 +290	+475 +145	+330 0	+165 -165	-2900 -3230	+1060 +520	+830 +290	+685 +145	+540 0	+270 -270
> 2800 - 3150						-3200 -3530					

Cấp chính xác từ 10 đến 12

(tiếp bảng 2-10)

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai									
	D10	H10	JS10*	C11	CD11	D11	H11	JS11*	H12	JS12*
	Sai lệch giới hạn µm									
> 500 - 560	+540 +260	+280 0	+140 -140	+960 +520	+810 +370	+700 +260	+410 0	+220 -220	+700 0	+350 -350
> 560 - 630				+1020 +580	+830 +390					
> 630 - 710	+610 +290	+320 0	+160 -160	+1140 +640	+930 +430	+790 +290	+500 0	+250 -250	+800 0	+400 -400
> 710 - 800				+1200 +700	+950 +450					
> 800 - 900	+680 +320	+360 0	+180 -180	+1340 +780	+1060 +500	+880 +320	+560 0	+280 -280	+900 0	+450 -450
> 900 - 1000				+1420 +860	+1080 +520					
> 1000 - 1120	+770 +350	+420 0	+210 -210	+1600 +940	+1240 +580	+1010 +350	+660 0	+330 -330	+1050 0	+525 -525
1120 - 1250				+1710 +1050	-1260 -600					
> 1250 - 1400	+890 +390	+500 0	+250 -250	+1930 +1150	+1440 +660	+1170 +390	+780 0	+390 -390	+1250 0	+625 -625
> 1400 - 1600				+2080 +1300	+1500 +720					
> 1600 - 1800	+103 0 +430	+600 0	-1300 +300	+2370 +1450	+1700 +780	+1350 +430	+920 0	+460 -460	+1500 0	+750 -750
> 1800 - 2000				+2520 +1600	-1740 -820					
> 2000 - 2240	+118 0 +480	+700 0	+350 -350	+2900 +1800	+2020 +920	+1580 +480	+1100 0	+550 -550	+1750 0	+875 -875
> 2240 - 2500				+3100 +2000	+2080 +980					
2500 - 2800	+138 0 +520	+860 0	+430 -430	+3350 +2200	+2400 +1050	+1870 +520	+1350 0	+675 -675	+2100 0	+1050 -1050
> 2800 - 3150				+3850 +2500	+2500 +1150					

Chú thích: *Miền dung sai không dùng cho các lắp ghép.

Cấp chính xác từ 13 đến 17

(tiếp bảng 2-10)

Khoảng kích thước mm	Miền dung sai									
	H13*	J_s13*	H14*	J_s14*	H15*	J_s15*	H16*	J_s16*	H17*	J_s17*
	Sai lệch giới hạn, {symbol 109 \f "Symbol" \s 8}m									
>500 - 560	+1100	+550	+1750	+875	+2800	+1400	+4400	+2200	+7000	+3500
> 560 - 630	0	-550	0	-875	0	+1400	0	-2200	0	-3500
> 630 - 710	+1250	+625	+2000	+1000	+3200	+1600	+5000	+2500	+8000	+4000
> 710 - 800	0	-625	0	-1000	0	+1600	0	-2500	0	-4000
> 800 - 900	+1400	+700	+2300	+1150	+3600	+1800	+5600	+2800	+9000	+4500
> 900 - 1000	0	-700	0	-1150	0	+1800	0	-2800	0	-4500
> 1000 - 1120	+1650	+825	+2600	+1300	+4200	+2100	+6600	+3300	+10500	+5250
> 1120 - 1250	0	-825	0	-1300	0	+2100	0	-3300	0	-5250
> 1250 - 1400	+1950	+975	+3100	+1550	+5000	+2500	+7800	+3900	+12500	+6250
> 1400 - 1600	0	-975	0	-1550	0	+2500	0	-3900	0	-6250
> 1600 - 1800	-2300	+1150	-3700	+1850	-6000	+3000	-9200	+4600	-15000	+7500
> 1800 - 2000	0	-1150	0	-1850	0	+3000	0	-4600	0	-7500
> 2000 - 2240	+2800	+1400	+4400	+2200	+7000	+3500	+11000	+5500	+17500	+8750
> 2240 - 2500	0	-1400	0	-2200	0	+3500	0	-5500	0	-8750
> 2500 - 2800	+3000	+1650	+5400	+2700	+8000	+4300	+13500	+6750	+21000	+10500
> 2800 - 3150	0	-1650	0	-2700	0	+4300	0	-6750	0	-10500

Chú thích: *Miền dung sai không dùng cho các lắp ghép.

Bảng 2-11. *Hệ thống lỗ. Lắp ghép đối với các kích thước danh nghĩa từ 1 đến 500 mm. TCVN 2245-91*

Lỗ cơ bản	Sai lệch cơ bản của trục								
	a	b	c	d	e	f	g	h	Js
	Lắp ghép								
H5							H5/g4	H5/h4	H5/Js4
H6						H6/f6	H6/g5	H6/h5	H6/Js5
H7			H7/c8	H7/d8	H7/e7	H7/f7	H7/g6	H7/h6	H7/Js6
H8			H8/c8	H8/d8	H8/e8	H8/f7 H8/f8		H8/h7 H8/h8	H8/Js7
				H8/d9	H8/e8	H8/f9		H8/h9	
H9				H9/d9	H9/e8 H9/e9	H9/f8 H9/f9		H9/h8 H9/h9	
H10				H10/d10				H10/h9 H10/h10	
H11	H11/a11	H11/b11	H11/c11	H11/d11				H11/h11	
H12		H12/b12						H12/h12	

Lỗ cơ bản	Sai lệch cơ bản của trục										
	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	z
	Lắp ghép										
H5	H5/k4	H5/m4	H5/n4								
H6	H6/k5	H6/m5	H6/n5	H6/p5	H6/r5	H6/s5					
H7	H7/k6	H7/m6	H7/n6	H7/p6	H7/r6	H7/s6	H7/s7	H7/t6	H7/u7		
H8	H8/k7	H8/m7	H8/n7			H8/s7		H8/u8		H8/x8	H8/z8
H9											
H10											
H11											
H12											

Chú thích: ▭ Lắp ghép ưu tiên

Bảng 2-12. *Hệ thống trục .Lắp ghép đối với các kích thước danh nghĩa từ 1 đến 500 mm. TCVN 2245-91*

Trục cơ bản	Sai lệch cơ bản của lỗ							
	A	B	C	D	E	F	G	H
	Lắp ghép							
h4							G5/h4	H5/h4
h5						F7/h5	G6/h5	H6/h5
h6				D8/h6	E8/h6	E7/h6 **F8/h6**	G7/h6	H7/h6
h7				D8/h7	E8/h7	F8/h7		H8/h7
h8				D8/h8 D9/h8	E8/h8 **E9/h8**	F8/h8 F9/h8		H8/h8 H9/h8
h9				D9/h9 D10/h9	E9/h9			H8/h9 H9/h9 H10/h9
h10				D10/h10				H10/h10
h11	A11/h11	B11/h11	C11/h11	D11/h11				H11/h11
h12		B12/h12						H12/h12

Trục cơ bản	Sai lệch cơ bản của lỗ								
	Js	K	M	N	P	R	S	T	U
	Lắp ghép								
h4	Js5/h4	K5/h4	M5/h4	N5/h4					
h5	Js6/h5	K6/h5	M6/H5	N6/H5	P6/H5				
h6	**Js7/h6**	**K7/h6**	**M7/h6**	**N7/h6**	**P7/h6**	R7/h6	S7/h6	T7/h6	
h7	Js8/h7	K8/h7	M8/h7	N8/h7					U8/h7
h8									
h9									
h10									
h11									
h12									

Chú thích: ☐ Lắp ghép ưu tiên

Bảng 2.13 *Hệ thống lỗ lắp ghép đối với các kích thước danh nghĩa trên 500 đến 3150 TCVN 2245-91*

Lỗ cơ bản	Sai lệch cơ bản của trục																
	c	cd	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v
	Lắp ghép																
H7					H7/f7	H7/g6	H7/h6	H7/js6	H7/k6	H7/m6	H7/n6	H7/p6	H7/r6	H7/s6	H7/t6	H7/u6	
				H7/e7	H7/f7	H7/g7	H7/h7	H7/js7	H7/k7		H7/n7	H7/p7	H7/r7	H7/s7	H7/t7	H7/u7	H7/v7
H8				H8/e7	H8/f7	H8/g7	H8/h7	H8/js7	H8/k7		H8/n7	H8/p7	H8/r7	H8/s7	H8/t7	H8/u7	H8/v7
			H8/d8	H8/e8	H8/f8		H8/h8								H8/t8	H8/u8	H8/v8
H9			H9/d8	H9/e8	H9/f8		H9/h8								H9/t8	H9/u8	H9/v8
			H9/d9	H9/e9	H9/f9		H9/h9										
H10			H10/d10				H10/h10										
H11	H11/c11	H11/cd11	H11/d11				H11/h11										
H12							H12/h12										

Bảng 2.14 *Hệ thống trục - lắp ghép đối với các kích thước danh nghĩa trên 500 đến 3150 TCVN 2245-91*

Trục cơ bản	Sai lệch cơ bản của lỗ																
	C	CD	D	E	F	G	H	Js	K	M	N	P	R	S	T	U	V
	Lắp ghép																
h6						G6/h6	H6/h6	Js6/h6	K6/h6	M6/h6	N6/h6						
				E7/h6	F7/h6	G7/h6	H7/h6	Js7/h6	K7/h6	M7/h6	N7/h6	P7/h6	R7/h6	S7/h6	T7/h6		
h7				E7/h7	F7/h7	G7/h7	H7/h7	Js7/h7	K7/h7	M7/h7	N7/h7	P7/h7	R7/h7	S7/h7	T7/h7		
			D8/h7	E8/h7	F8/h7		H8/h7									U8/h7	
h8			D8/h8	E8/h8	F8/h8		H8/h8									U8/h8	
			D9/h8	E9/h8	F9/h8		H9/h8										
h9			D9/h9	E9/h9	F9/h9		H9/h9										
h10			D10/h10				H10/H10										
h11	C11/h11	CD11/h11	D11/h11				H11/h11										
h12							H12/h12										

Bảng 2.15 *Miền dung sai của các bề mặt lắp ghép của trục và lỗ của thân lắp với ổ*

Cấp Chính Xác	Trục										Lỗ								
	Sai lệch cơ bản																		
	f	g	h	Js	(J)	k	m	n	p	r	F	G	H	Js	(J)	K	M	N	P
	Miền dung sai																		
3	-	-	h3	js3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	g4	h4	js4	-	k4	m4	n4					H4	Js4	-	-	-	-	-
5	-	g5	h5	js5	(j5)	k5	m5	n5	-	-	-	-	H5	Js5	-	K5	M5	-	-
6	f6	g6	h6	js6	(j6)	k6	m6	n6	p6	r6	-	G6	H6	Js6	(J6)	K6	M6	N6	P6
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r7	-	G7	H7	Js7	(J7)	K7	M7	N7	P7
8	-	-	h8	-	-	-	-	-	-	-	F8	-	H8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	h9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	h10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	H11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Chú thích: hạn chế sử dụng các miền dung sai ghi trong ngoặc đơn ( )

Bảng 2-16. *Miền dung sai lắp ghép ổ lăn trên trục*
TCVN 1482-85

Điều kiện chọn miền dung sai		Loại kết cấu ổ lăn					Ví dụ về máy và bộ phận lắp ổ lăn	Miền dung sai phụ thuộc vào cấp chính xác của ổ		
		ổ bi		ổ đũa						
Dạng chịu tải	Chế độ làm việc	Đỡ	Đỡ chặn	Đũa trụ, kim	Đũa côn	Đũa cầu		PO và P6	P5 và P4	P2
		Đường kính lỗ ổ lăn, mm								
Vòng trong chịu tải trọng cục bộ (thân quay)	Nhẹ và bình thường cần có sự dịch chuyển của vòng trong trên trục P<0,07C	Mọi phạm vi đường kính					Con lăn của băng tải đường dây treo, tang của máy tự ghi, ổ tựa của máy chuyển động sóng	g6 (h6)	(g5) h5, g4	
	Nặng và bình thường không yêub cầu có sự dịch chuyển của các vòng 0,07C<P ≤0,15C						Bánh trước và bánh sau của ô tô, máy kéo, toa xe, máy bay, trục của máy cán nhỏ	g6 f6 js6 (j6) h6		
							Puly hoặc ròng rọc của máy trục,con lăn của bánh lăn, trục của máy cán ống	h6		
Chu kỳ (trục quay)	Nhẹ hoặc bình thường 0,07<p ≤0,15C	Đến 18					Động cơ thuỷ lực và khí cụ điện có kích thước nhỏ, trục chính của máy mài tròn trong và trục chính máy điện,máy nông nghiệp,máy ly tâm,hộp tốc độ máy công cụ,hộp giảm tốc,truyền động xích, máy lạnh kiểu tuabin		h5	
		Trên 18 đến 100	Đến 100	Đến 40	Đến 40			k6 js6	k5 js5 (j5)	js4 js3 h3 h4
		Trên 100 đến 140	Trên 100 đến 140	Trên 40 đến 140	Trên 40 đến 140			h6, k6 js6 (j6)	k5	k4
		Trên 140 đến 250						m6		

(tiếp bảng 2-16)

Điều kiện chọn miền dung sai		Loại kết cấu ổ lăn					Ví dụ về máy và bộ phận lắp ổ lăn	Miền dung sai phụ thuộc vào cấp chính xác của ổ		
		ổ bi		ổ đũa						
Dạng chịu tải	Chế độ làm việc	Đỡ	Đỡ chặn	Đũa trụ, kim	Đũa côn	Đũa cầu		PO, P6	P5 P4	P2
		Đường kính lỗ ổ lăn, mm								
Chu kỳ hoặc dao động (trục quay hoặc trường hợp chịu tải liên hợp	Bình thường hoặc nặng 0,07< P≤0,15C	Đến 18					Máy gia công gỗ,động cơ điện có công xuất đến 100kW,cơ cấu thanh tay quay, hộp truyền động của ô tô và máy kéo,trục chính của máy cắt kim loại,hộp giảm tốc lớn,động cơ điện kéo có công suất nhỏ,quạt gió,máy nén tuabin		js5 (j5)	h3
		Trên 18 đến 100	Đến 100	Đến 40	Đến 40	Đến 40		k6 js6	k5	k4
		Trên 100 đến 140	Trên 100 đến 140	Trên 40 đến 100	Trên 40 đến 100	Trên 40 đến 100		m6	m5	m4
		Trên 140 đến 200	Trên 140 đến 200	Trên 140 Đến 200	Trên 140 Đến 200	Trên 100 Đến 140		n6	n5	n4
		Trên	200	đến	250	Trên 140 Đến 250		n6 P6		
Chu kỳ hoặc dao động (trục quay)	Nặng có tải trọng va đập P>0,15C			Trên 50 đến 140		Trên 50 đến 100	Hộp ổ trục xe lửa và tàu điện,trục khuỷu của động cơ điện có công xuất >100kW động cơ điện kéo loại lớn, bánh xe cầu lăn trong máy công cụ hạng nặng, máy nghiền, hộp ổ trục của đầu máy đốt trong, máy cán v.v.	n6		
				Trên 140 đến 200		Trên 100 đến 140		P6		
						Trên 140 đến 250		r6 r7		
Chỉ có tải trọng dọc trục		Mọi phạm vi đường kính					Các bộ phận lắp ổ	(js6) (j6)		

Bảng 2-17. *Miền dung sai lắp ghép ổ lăn với lỗ của thân TCVN 1482-85*

Kiểu thân	Điều kiện để chọn miền dung sai			Ví dụ về máy và bộ phận lắp ổ lăn	Miền dung sai phụ thuộc vào cấp chính xác của ổ		
	Dạng chịu tải	Chế độ làm việc			P0;P6	P5;P4	P2
Thân liền	Vòng ngoài chịu tải chu kỳ (thân quay)	Vòng ngoài không dịch chuyển dọc trục	Nặng, có kết cấu thành mỏng F >0,15C	Bánh xe máy bay, bánh trước và sau của ô tô lắp ổ côn, tang dẫn của máy xích, bánh xe cần cẩu tháp.	P7	P6	
			Bình thường hoặc nặng 0,07<P≤ 0,15C	Bánh trước của ô tô, máy kéo lắp ổ bi, trục khuỷu, puly kéo cáp, puly căng	N7	N6	
			Bình thường, tải trọng thay đổi P<0,15C	Con lăn của băng tải, bánh xe của cầu lăn	M7		
	Dao động (thân quay hoặc có sự quay liên hợp)		Nặng tải trọng động P>0,15C	Động cơ điện, động cơ điện kéo	M7		
			Bình thường hoặc nặng 0,07<P≤0,15C	Động cơ điện, bơm, hộp truyền động, cầu sau ô tô, máy kéo	K7		
			Bình thường hoặc nặng (đối với bộ phận chính xác) 0,07<P≤0,15C	Trục chính của máy công cụ hạng nặng	M6,Js6 (J6)M6	M6,Js6 (J6) M5	M5
Thân liền hoặc ghép	Vòng ngoài chịu tải cục bộ (trục quay)	Vòng ngoài có khả năng dịch chuyển dọc trục	Nặng hoặc bình thường 0,07<P≤0,15C	ĐC điện, máy bơm, trục chính của máy cắt kim loại	Js7(J7)	Js6 (J6)	
			Tải trọng động có trị số khác nhau P > 0,15C	Cặp bánh xe lửa và xe điện, đa số các bộ phận lắp ổ của ngành chế tạo máy thông dụng	Js7 (J7), H7		

(tiếp bảng 2-17)

Kiểu thân	Điều kiện để chọn miền dung sai			Ví dụ về máy và bộ phận lắp ổ lăn	Miền dung sai phụ thuộc vào cấp chính xác của ổ		
	Dạng chịu tải	Chế độ làm việc			P0;P6	P5;P4	P2
Thân liền			Bình thường hoặc nhẹ,thoát nhiệt qua trục 0,07 < P ≤ 0,15C	Xy lanh sấy của máy xeo giấy	G7		
				Trục truyền chung, máy nông nghiệp	H8		
	Chịu tải dao động (trục quay hoặc có sự quay liên hợp)	Vòng ngoài không dịch chuyển dọc trục	Tải trọng thay đổi có hướng thay đổi độ chính xác của hành trình cao	ổ đũa trụ cho trục chính của máy cắt kim loại	K6	K5 M5	K5
				ổ bi cho trục chính của máy mài và mô tơ điện nhỏ	H6	Js6 Js5	Js4
Thân liền	Dao động (trục quay hoặc có sự quay liên hợp)	Vòng ngoài dịch chuyển nhẹ dọc trục	Nhẹ, tải trọngcó hướng thay đổi, độ chính xác của hành trình cao P< 0,07C	ĐC điện có vận tốc cao dùng cho các thiết bị và khí cụ có độ chính xác cao	H7 H6	H5 H6	N4 H5

Bảng 2-18 *Độ đảo vai trục và vành tỳ của lỗ trên thân lắp với ổ lăn*

Trục					Lỗ				
Đường kính danh nghĩa mm	Cấp chính xác ổ lăn				Đường kính danh nghĩa mm	Cấp chính xác ổ lăn			
	0	6	5	4		0	6	5	4
	μm, Không lớn hơn					μm, Không lớn hơn			
Đến 50	20	10	7	4	Đến80	40	20	13	8
Trên50 đến120	25	12	8	6	Trên80đến120	45	22	15	9
" 120 " 250	30	15	10	8	" 120 "150	50	25	18	10
" 250 " 315	35	17	12		" 150 " 180	60	30	20	12
" 315 " 400	40	20	13		" 180 " 250	70	35	23	14
					" 250 " 315	80	40	27	16
					" 315 " 400	90	45	30	
					" 400 " 500	100	50	33	

Bảng 2-19 *Nhám bề mặt lắp ghép của trục và lỗ trên thân lắp với ổ lăn*

Bề mặt lắp ghép	Cấp chính xác ổ lăm	Đường kính danh nghĩa,mm	
		Đến 80	Trên 80 đến 500
		Nhám bề mặt R_a, μm không lớn hơn	
Trục	0	1,25	2,5
	6 và 5	0,63	1,25
	4	0,32	0,63
Lỗ trên thân	0	1,25	2,5
	6, 5 và 4	0,63	1,25
Mặt mút của vai trục và vành tỳ của lỗ trên thân	0	2,5	2,5
	6 , 5 và 4	1,25	2,5

Bảng 2-20 *Miền dung sai các kích thước của mối ghép then*

Tên yếu tố lắp ghép	Miền dung sai của kích thước b							
	Với tất cả các mối ghép	Mối ghép bạc xê dịch tự do		Mối ghép bình thường		Mối ghép chắc (độ dôi lớn)	
		Trên trục	Trên bạc	Trên trục	Trên bạc	Trên trục	Trên bạc
Then Rãnh	h9	H9	D10	N10	Js9	P9	

Bảng 2-21 *Sai lệch giới hạn của các kích thước không tham gia lắp ghép*

Chiều cao then	Sai lệch giới hạn của kích thước, mm	
	$d - t_1$	$d + t_2$
Trên 9 đến 18	0 -0,2	+0,2 0
" 18 " 50	0 -0,3	+0,3 0
" 50 " 95	0 -0,4	+0,4 0

Bảng 2-22 *Miền dung sai các kích thước trục then hoa răng chữ nhật TCVN 2324-78*

Cấp chính xác	Sai lệch cơ bản								
	d	e	f	g	h	Js	k	m	n
5				g5		Js5			
6				g6	(h6)	Js6			n6
7			f7		h7	Js7	k7		
8	d8	e8	f8		h8				
9	(d9)	e9	f9		h9				
10	d10				h10				

Bảng 2-23 *Miền dung sai các kích thước lỗ then hoa răng chữ nhật*

Cấp chính xác	Sai lệch cơ bản					
	D	E	F	G	H	Js
6					H6	
7					H7	
8			F8		H8	
9	D9					
10	D10		F10			Js10

Bảng 2-24 *Lắp ghép theo đường kính định tâm d*

Miền dung sai của lỗ	Sai lệch cơ bản của trục					
	e	f	g	h	Js	n
H6			H6/g5		H6/Js5	
H7	H7/e8	H7/f7	H7/g6	H7/h6 H7/h7	H7/Js6 H7/Js7	H7/n6
H8	H8/e8 [H8/e9]					

Bảng 2-25 *Lắp ghép theo chiều rộng b (khi định tâm theo d)*

Miền dung sai của lỗ	Sai lệch cơ bản của trục									
	d	e	f			g	h			Js	k
F8	F8/d8		F8/f7	F8/f8			F8/h7	F8/h8	F8/h9	F8/Js7	
H8							H8/h7	H8/h8	[H8/h9]	H8/Js7	
D9	D9/d9	D9/e8	D9/f7	D9/f8	D9/f9		D9/h8	D9/h9		D9/Js7	D9/k7
D10	D10/d9										
F10	F10/d9	F10/e8	F10/f7	F10/f8	F10/f9		F10/h7	F10/h8	F10/h9	F10/Js7	F10/k7
Js10	Js10/d10										

Bảng 2-26 *Lắp ghép theo đường kính định tâm D*

Miền dung sai của lỗ	Sai lệch cơ bản của trục					
	e	f	g	h	Js	n
H7		H7/f7	H7/g6	H7/h6	H7/Js6	H7/n6
H8				H8/h7		

Bảng 2-27 *Lắp ghép theo chiều rộng b (khi định tâm theo D)*

Miền dung sai của lỗ	Sai lệch cơ bản của trục					
	d	e	f	g	h	Js
F8	[F8/d9]	F8/e8	F8/f7 F8/f8		F8/h7 F8/h8	F8/Js7
D9	D9/d9	D9/e8	D9/f7		D9/h8	D9/Js7
F10		F10/e9	F10/f7		F10/h9	
Js10	Js10/d10					

Bảng 2-28 *Lắp ghép theo chiều rộng b*
(khi định tâm theo b)

Miền dung sai của lỗ	Sai lệch cơ bản của trục								
	d	e	f		g	h		Js	k
F8		F8/e8	F8 f8					F8 Js7	
D9	D9 d9	D9 e8	D9 f8	D9 f9		D9 h8	D9 h9	D9 Js7	D9 k7
D10	D10 d9 / D10 d8					D10 H10			
F10	F10 d9	F10 e8	F10 f8	F10 f9		F10 h8	F10 h9	F10 Js7	F10 k7
Js10	Js10 D9								

Bảng 2-29 *Miền dung sai của đường kính không định tâm*

Đường kính không định tâm	Kiểu định tâm	Miền dung sai	
		Trục (*)	Lỗ
d	Theo D hoặc b		H11
D	Theo d hoặc b	a11	H12
Chú thích: * Đường kính d không nhỏ hơn d_1, theo TCVN 1803-76			

Bảng 2-30 *Miền dung sai các kích thước D_f, d_a, e và s khi định tâm theo bề mặt đường kính ngoài D_f và d_a*
(then hoa răng thân khai)

Đường kính định tâm	Miền dung sai	
	Dãy 1	Dãy 2
D_f	H7	H8
d_a	n6, Js6, h6, g6, f7	n6, h6, g6 , f7
Kích thước	Miền dung sai	
e	9H, 11H	
s	9h, 9g, 9d, 11c, 11a	
Chú thích: 1. Khi chọn phải ưu tiên dãy 1 trước 2.Sai lệch giới hạn của kích thước e và s theo bảng 2-32		

6.Dung sai và lắp ghép then hoa.

a - Lắp ghép then hoa dạng răng chữ nhật.

Với chức năng truyền mômen xoắn lớn, lắp ghép then hoa được thực hiện theo yếu tố kích thước b (chiều rộng răng), hình 2-13. Lắp ghép còn được thực hiện theo 1 trong 3 yếu tố kích thước: d, D hoặc b để đảm bảo làm đồng tâm hai chi tiết lắp ghép - yếu tố định tâm, như vậy:

+Khi định tâm theo yếu tố d thì lắp ghép được thực hiện theo d và b.

+Khi định tâm theo yếu tố D thì lắp ghép được thực hiện theo D và b.

+Khi định tâm theo b thì lắp ghép chỉ thực hiện theo b.

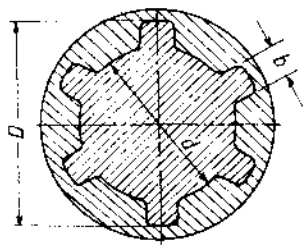
TCVN 2324-78 quy định dãy miền dung sai kích thước trục then hoa, bảng 2-22 và dãy miền dung sai kích thước lỗ then hoa bảng 2-23.Phối hợp các miền dung sai kích thước trục và lỗ then hoa, ta được hàng loạt kiểu lắp đáp ứng các đặc tính yêu cầu của mối ghép then hoa. Các kiểu lắp tiêu chuẩn được chỉ dẫn trong bảng 2-24 ÷ 2-28.

Ký hiệu sai lệch và lắp ghép then hoa trên bản vẽ cũng giống như lắp ghép bề mặt trơn. Người ta cũng có thể ghi ký hiệu như sau:

ví dụ, $d - 8.36\ \frac{H7}{e8}.40\frac{H12}{a11}.7\frac{D9}{f8}$

Ký hiệu theo thứ tự là: định tâm theo yếu tố d, số răng then hoa $Z = 8$, lắp ghép theo yếu tố định tâm là ϕ36H7/e8, kích thước danh nghĩa của yếu tố không định tâm D = 40mm, miền dung sai kích thước D của lỗ then hoa là H12, của trục then hoa là a11, lắp ghép theo kích thước b là 7D9/f8.

Dung sai của đường kính không định tâm được chỉ dẫn trong bảng 2-29.



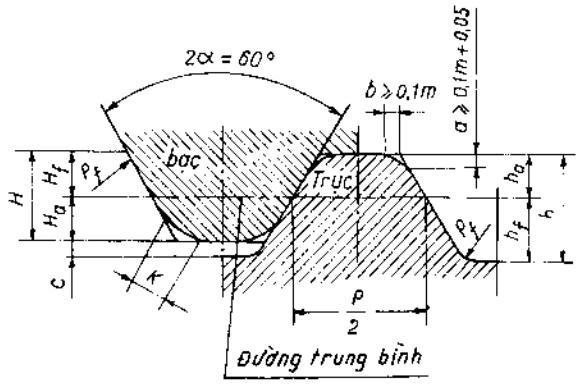
Hình 2-13. *Lắp ghép then hoa răng chữ nhật.*

b. Lắp ghép then hoa dạng răng thân khai.

Tương tự như lắp then hoa dạng răng chữ nhật, lắp then hoa dạng răng thân khai cũng được thực hiện theo hai trong ba yếu tố kích thước: đường kính trong D_a (d_f), đường kính ngoài D_f (d_a), chiều rộng rãnh e (hoặc chiều dầy răng s), để đảm bảo truyền mômen xoắn và làm đồng tâm hai chi tiết then hoa răng thân khai. Prôphin gốc của răng thân khai biểu thị trên hình 2-14 và dạng răng của mối ghép then hoa răng thân khai hình 2-15 (SEV 268-76).

Bảng 2-31 *Miền dung sai các kích thước D_a d_f, e và s khi định tâm theo đường kính trong D_a và d_f (then hoa răng thân khai)*

Đường kính định tâm	Miền dung sai	
	Dãy 1	Dãy 2
D_a d_f	H7 n6, h6, g6	H8 n6, h6, g6
Kích thước	Miền dung sai	
e s	9H, 11H 9h, 9g, 9d, 11c, 11a	
Chú thích: 1. Khi chọn phải ưu tiên dãy 1 trước 2. Sai lệch giới hạn của kích thước e và s theo bảng 2-32		



Hình 2-14.

Prô phin gốc răng thân khai

Tiêu chuẩn quy định dãy miền dung sai của các yếu tố kích thước then hoa răng thân khai khi định tâm theo bề mặt đường kính ngoài (D_f, d_a) và bề mặt đường kính trong (D_a, d_f) bảng 2-30 và 2-31. Dung sai và sai lệch cơ bản ứng với các miền dung sai kích thước đường kính thì tuân theo TCVN 2245-91, còn sai lệch ứng với các miền dung sai của chiều dầy răng (s) và chiều rộng rãnh (e) thì theo bảng 2-32 (SEV259-76). Miền dung sai và sai lệch giới hạn tương ứng của chiều dầy răng và chiều rộng rãnh khi định tâm theo bề mặt bên của răng được chỉ dẫn trong bảng 2-32 (SEV 259-76).

III. Dung sai hình dạng, vị trí và nhám bề mặt

1.***Dung sai hình dạng và vị trí bề mặt.***

Cấp chính xác: tiêu chuẩn Việt nam (TCVN 10-85) quy định 16 cấp chính xác hình dạng và vị trí bề mặt, ký hiệu theo mức chính xác giảm dần là: 1, 2, 3, ..., 16.

Chọn cấp chính xác hình dạng và vị trí bề mặt khi thiết kế các chi tiết thường dựa vào các tài liệu thực nghiệm, chẳng hạn, sau mài tinh có thể đạt cấp chính xác 5 hoặc 6 về hình dạng và vị trí bề mặt [2].

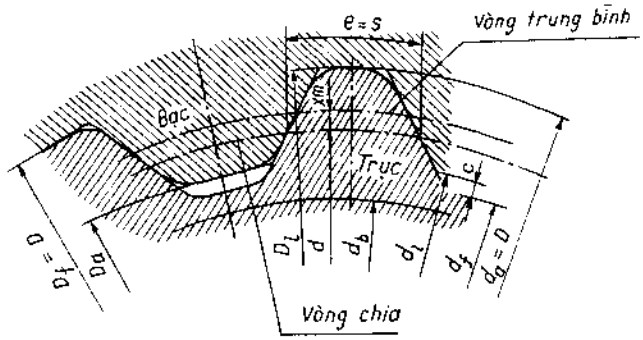
Đối với các bề mặt trụ trơn thì chọn cấp chính xác hình dạng có thể dựa vào quan hệ giữa cấp chính xác hình dạng và kích thước (bảng2-33).

Dung sai hình dạng và vị trí bề mặt ứng với các cấp chính xác khác nhau chỉ dẫn trong bảng 2-34 ÷ 2-37.

Các dạng sai lệch hình dạng, vị trí bề mặt và cách ghi ký hiệu chúng trên bản vẽ được quy định theo TCVN 5906-95 và theo bảng 2-38.

2-***Nhám bề mặt.***

Trên mặt cắt pháp tuyến với bề mặt thực của chi tiết sau khi gia công ta quan sát được prôphin bề mặt thực, hình 2-16.



Hình 2-15.

Lắp ghép then hoa răng thân khai

Bảng 2-32 *Miền dung sai và sai lệch giới hạn chiều dầy răng (s) và chiều rộng rãnh (e) then hoa răng thân khai*

Miền dung sai	Mô đun mm	Ký hiệu sai lệch	Đường kính vòng chia, mm						
			Đến 12	>12÷25	>25÷50	>50÷100	>100÷200	>200÷400	>400
			Sai lệch giới hạn, µm						
		Sai lệch chiều rộng rãnh bạc e							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7H	0,5-1,5	ES	+25	+28	+32	+36	+40	-	-
		EI_e	+9	+10	+12	+14	+15	-	-
		EI	0	0	0	0	0	-	-
	2-4	ES	-	+32	+36	+40	+45	+50	-
		EI_e	-	+12	+14	+15	+17	+18	-
		EI	-	0	0	0	0	0	-
	5-10	ES	-	-	+40	+45	+50	+56	+63
		EI_e	-	-	+15	+17	+18	+20	+23
		EI	-	-	0	0	0	0	0
9H	0,5-1,5	ES	+50	+56	+63	+71	+80	-	-
		EI_e	+18	+20	+23	+26	+30	-	-
		EI	0	0	0	0	0	-	-
	2-4	ES	-	+63	+71	+80	+90	+100	-
		EI_e	-	+23	+26	+30	+34	+37	-
		EI	-	0	0	0	0	0	-
	5-10	ES	-	-	+80	+90	+100	+112	+125
		EI_e	-	-	+30	+34	+37	+41	+45
		EI	-	-	0	0	0	0	0
11H	0,5-1,5	ES	+100	+112	+125	+140	+160	-	-
		EI_e	+37	+41	+45	+50	+60	-	-
		EI	0	0	0	0	0	-	-
	2-4	ES	-	+125	+140	+160	+180	+200	-
		EI_e	-	+45	+50	+60	+68	+75	-
		EI	-	0	0	0	0	0	-
	5-10	ES	-	-	+160	+180	+200	+224	+250
		EI_e	-	-	+60	+68	+75	+84	+90
		EI	-	-	0	0	0	0	0
7f	0,5-1,5	es	-16	-18	-20	-22	-25	-	-
		es_e	-24	-28	-32	-36	-40	-	-
		ei	-41	-46	-52	-58	-65	-	-
	2-4	es	-	-20	-22	-25	-28	-32	-
		es_e	-	-32	-36	-40	-45	-50	-
		ei	-	-52	-58	-65	-73	-82	-
	5-10	es	-	-	-25	-28	-32	-36	-40
		es_e	-	-	-40	-45	-50	-56	-63
		ei	-	-	-65	-73	-82	-92	-103

(tiếp theo bảng 2-32)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7h	0,5-1,5	es	0	0	0	0	0	-	-
		es_e	-9	-10	-12	-14	-15	-	-
		ei	-25	-28	-32	-36	-40	-	-
	2-4	es	-	0	0	0	0	0	-
		es_e	-	-12	-14	-15	-17	-18	-
		ei	-	-32	-36	-40	-45	-50	-
	5-10	es	-	-	0	0	0	0	0
		es_e	-	-	-15	-17	-18	-20	-23
		ei	-	-	-40	-45	-50	-56	-63
7n	0,5-1,5	es	+32	+36	+40	+44	+50	-	-
		es_e	+23	+26	+28	+30	+35	-	-
		ei	+7	+8	+8	+8	+10	-	-
	2-4	es	-	+40	+44	+50	+56	+64	-
		es_e	-	+28	+30	+35	+39	+46	-
		ei	-	+8	+8	+10	+11	+14	-
	5-10	es	-	-	+50	+56	+64	+72	+80
		es_e	-	-	+35	+38	+46	+52	+57
		ei	-	-	+10	+11	+14	+16	+17
8f	0,5-1,5	es	-16	-18	-20	-22	-25	-	-
		es_e	-30	-33	-37	-40	-45	-	-
		ei	-32	-58	-65	-72	-81	-	-
	2-4	es	-	-20	-22	-25	-28	-32	-
		es_e	-	-37	-40	-45	-51	-58	-
		ei	-	-65	-72	-81	-91	-103	-
	5-10	es	-	-	-25	-28	-32	-36	-40
		es_e	-	-	-45	-51	-58	-66	-74
		ei	-	-	-81	-91	-103	-116	-130
8k	0,5-1,5	es	+16	+18	+20	+22	+25	-	-
		es_e	+2	+3	+3	+4	+5	-	-
		ei	-20	-22	-25	-28	-31	-	-
	2-4	es	-	+20	+22	+25	+28	+32	-
		es_e	-	+3	+4	+5	+5	+6	-
		ei	-	-25	-28	-31	-35	-39	-
	5-10	es	-	-	+25	+28	+32	+36	+40
		es_e	-	-	+5	+5	+6	+6	+6
		ei	-	-	-31	-35	-39	-44	-50
8p	0,5-1,5	es	+48	+54	+60	+66	+75	-	-
		es_e	+34	+39	+43	+48	+55	-	-
		ei	+12	+14	+15	+16	+19	-	-
	2-4	es	-	+60	+66	+75	+84	+96	-
		es_e	-	+43	+48	+55	+61	+70	-
		ei	-	+15	+16	+19	+21	+25	-
	5-10	es	-	-	+75	+84	+96	+108	+120
		es_e	-	-	+55	+61	+70	+78	+86
		ei	-	-	+19	+21	+25	+28	+30

(tiếp theo bảng 2-32)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9d	0,5-1,5	es	-32	-36	-40	-44	-50	-	-
		es_e	-50	-56	-63	-70	-80	-	-
		ei	-82	-92	-103	-115	-130	-	-
	2-4	es	-	-40	-44	-50	-56	-64	-
		es_e	-	-63	-70	-80	-90	-101	-
		ei	-	-103	-115	-130	-146	-164	-
	5-10	es	-	-	-50	-56	-64	-72	-80
		es_e	-	-	-80	-90	-101	-113	-125
		ei	-	-	-130	-146	-164	-184	-205
I00 9g	0,5-1,5	es	-8	-9	-10	-11	-12	-	-
		es_e	-26	-29	-33	-37	-42	-	-
		ei	-58	-65	-73	-82	-92	-	-
	2-4	es	-	-10	-11	-12	-14	-16	-
		es_e	-	-33	-37	-42	-48	-53	-
		ei	-	-73	-82	-92	-104	-116	-
	5-10	es	-	-	-12	-14	-16	-18	-20
		es_e	-	-	-42	-48	-53	-59	-65
		ei	-	-	-92	-104	-116	-130	-145
9h	0,5-1,5	es	0	0	0	0	0	-	-
		es_e	-18	-20	-23	-26	-30	-	-
		ei	-50	-56	-63	-71	-80	-	-
	2-4	es	-	0	0	0	0	0	-
		es_e	-	-23	-26	-30	-34	-37	-
		ei	-	-63	-71	-80	-90	-100	-
	5-10	es	-	-	0	0	0	0	0
		es_e	-	-	-30	-34	-37	-41	-45
		ei	-	-	-80	-90	-100	-112	-125
9r	0,5-1,5	es	+64	+72	+80	+88	+100	-	-
		es_e	+46	+52	+57	+62	+70	-	-
		ei	+14	+16	+17	+17	+20	-	-
	2-4	es	-	+80	+88	+100	+112	+128	-
		es_e	-	+57	+62	+70	+78	+91	-
		ei	-	+17	+17	+20	+22	+28	-
	5-10	es	-	-	+100	+112	+128	+144	+160
		es_e	-	-	+70	+78	+91	+103	+115
		ei	-	-	+20	+22	+28	+32	+35
10d	0,5-1,5	es	-32	-36	-40	-44	-50	-	-
		es_e	-58	-66	-74	-81	-91	-	-
		ei	-102	-116	-130	-144	-162	-	-
	2-4	es	-	-40	-44	-50	-56	-64	-
		es_e	-	-74	-81	-91	-101	-114	-
		ei	-	-130	-144	-162	-181	-204	-
	5-10	es	-	-	-50	-56	-64	-72	-80
		es_e	-	-	-91	-101	-114	-132	-148
		ei	-	-	-162	-181	-204	-232	-260

(tiếp theo bảng 2-32)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11a	0,5-1,5	es	-80	-90	-100	-110	-125	-	-
		es_e	-117	-131	-145	-160	-185	-	-
		ei	-180	-202	-225	-250	-285	-	-
	2-4	es	-	-100	-110	-125	-140	-160	-
		es_e	-	-145	-160	-185	-208	-235	-
		ei	-	-225	-250	-285	-320	-360	-
	5-10	es	-	-	-125	-140	-160	-180	-200
		es_e	-	-	-185	-208	-235	-264	-290
		ei	-	-	-285	-320	-360	-404	-450
11c	0,5-1,5	es	-48	-54	-60	-66	-75	-	-
		es_e	-85	-95	-105	-116	-135	-	-
		ei	-148	-166	-185	-206	-235	-	-
	2-4	es	-	-60	-66	-75	-84	-96	-
		es_e	-	-105	-116	-135	-152	-171	-
		ei	-	-185	-206	-235	-264	-296	-
	5-10	es	-	-	-75	-84	-96	-108	-120
		es_e	-	-	-135	-152	-171	-192	-210
		ei	-	-	-235	-264	-296	-332	-370

Chú thích: 1. Sai lệch trên ES, es_e sai lệch dưới EI_e, ei và sai lệch cơ bản (sai. lệch tổng) EI, es của chiều rộng rãnh bạc và chiều dầy răng được tính so với kích thước danh nghĩa chung đo theo cung vòng chia.

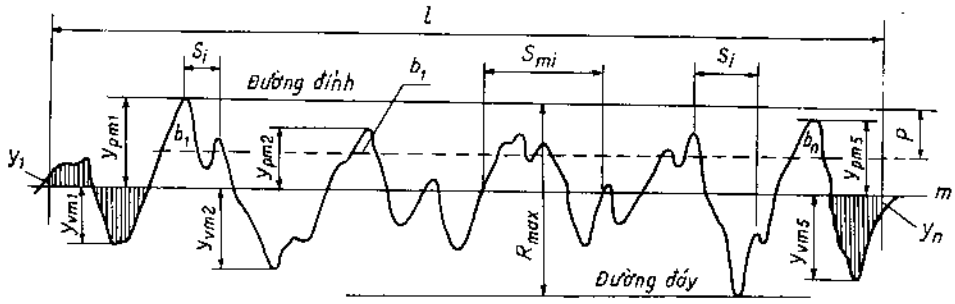
2. Miền dung sai ưu tiên đối với lắp ghép được đóng khung.

3. Lắp ghép khi định tâm theo bề mặt bên của răng s = e:

$$\frac{7H}{7h};\frac{7H}{8k};\frac{7H}{7n};\frac{7H}{8p};\frac{7H}{9r};\frac{9H}{7f};\frac{9H}{8f};\frac{9H}{9g};\frac{9H}{9h};\frac{9H}{8k};\frac{11H}{10d};$$

Bảng 2-33. *Cấp chính xác hình dạng bề mặt trụ trong quan hệ với cấp chính xác kích thước*

Độ chính xác hình học tương đối	Cấp chính xác kích thước											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	cấp chính xác hình dạng											
Thường	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Hơi cao		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Cao			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Đặc biệt cao				1	2	3	4	5	6	7	8	9



Hình 2-16. *Prôphin bề mặt*

Trong phạm vi quan sát *l* là một tập hợp các sóng mấp mô có tỷ lệ giữa chiều dài sóng (bước sóng) và chiều cao sóng không vượt quá 50. Các sóng mấp mô đó là đặc trưng nhám bề mặt.

Để đánh giá nhám bề mặt người ta thường dùng các thông số chiều cao nhám, hình 2-16.

TCVN 2511-95 quy định các thông số đánh giá nhám như sau:

- Sai lệch số học trung bình prôphin, R_a, là trị số số học trung bình của các giá trị tuyệt đối của sai lệch prôphin trong khoảng chiều dài chuẩn:

$$R_a = \frac{1}{l}\int_0^l |y_{(x)}|\,dx \quad \text{hoặc gần đúng:}$$

$$R_a = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} |y_i|$$

Ở đây *l* là chiều dài chuẩn, giá trị của nó được chỉ dẫn trong bảng 2-41.

Chiều cao mấp mô prôphin theo mười điểm, R_z , là trị số trung bình của tổng các trị số tuyệt đối của chiều cao 5 đỉnh cao nhất và chiều sâu của 5 rãnh sâu nhất của prôphin trong bảng chiều dài chuẩn.

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^{5}|y_{pmi}| + \sum_{i=1}^{5}|y_{vmi}|}{5}$$

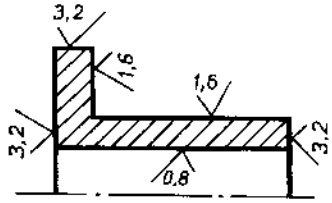
- Chiều cao lớn nhất mấp mô prôphin R_{max}: là khoảng cách giữa đường đỉnh và đường đáy của prôphin trong khoảng chiều dài chuẩn:

$$R_{max} = y_{pmax} + y_{vmax}$$

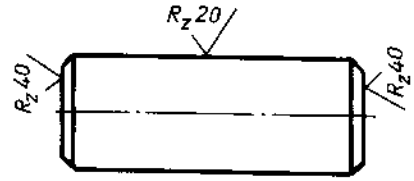
Dãy giá trị của các thông số đánh giá nhám: R_a, R_z, R_{max} được chỉ dẫn trong các bảng 2-39 và 2-40.

Thông số R_a được ưu tiên sử dụng và thường dùng đối với độ nhám trung bình, còn đối với nhám thô và rất tinh thì đánh giá theo R_z.

Yêu cầu nhám bề mặt được ghi ký hiệu trên bản vẽ như hình 2-17 đối với thông số R_a và hình 2-18 đối với R_z.



Hình 2-17.
Ký hiệu nhám theo R_a



Hình 2-18
Ký hiệu nhám theo R_z

IV. Dung sai calip trơn

Trong sản xuất người ta có thể kiểm tra kích thước chi tiết gia công nhờ dụng cụ kiểm tra " Calip". Kết cấu dựa theo nguyên tắc là xác định xem kích thước chi tiết đã gia công có nằm trong phạm vi dung sai hay không, nghĩa là nó có thoả mãn bất đẳng thức: $d_{min} \leq d_t \leq d_{max}$ hay không.

Theo nguyên tắc này thì calip kiểm tra kích thước lỗ được tạo dưới dạng nút bao gồm nút "qua" ký hiệu là q và nút "không qua" ký hiệu là Kq, hình 2-19.

Kích thước danh nghĩa của calip đầu qua và không qua là:

$$q_n = D_{min}$$
$$Kq_n = D_{max}$$

Như vậy kích thước lỗ gia công đạt yêu cầu khi ta đưa nút qua (q) lọt qua được lỗ, còn nút không qua (Kq) không lọt qua lỗ.

Công việc kiểm tra vì thế sẽ nhanh chóng và đáp ứng với yêu cầu sản xuất hàng loạt.

Cũng tương tự, để kiểm tra kích thước trục, người ta tạo calip dưới dạng hàm, đầu qua ký hiệu là Q và đầu không qua ký hiệu là KQ, hình 2-20.

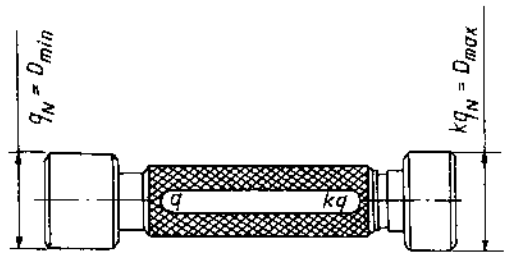
Kích thước danh nghĩa của calip hàm đầu qua và không qua:

$Q_n = d_{max}$

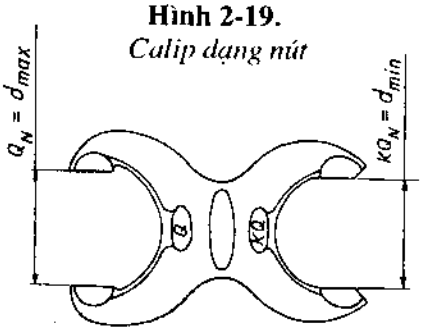
$KQ_n = d_{min}$

Calip dùng cho người thợ kiểm tra khi gia công trên máy gọi là calip thợ.

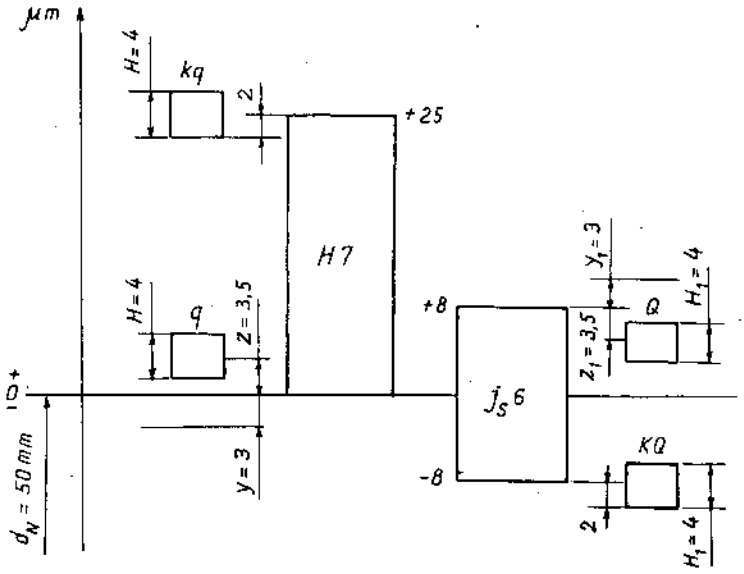
Dung sai chế tạo và các sai lệch giới hạn kích thước calip được quy định theo tiêu chuẩn TCVN 2810-78,chỉ dẫn trong bảng 2-42 và được biểu thị trên sơ đồ phân bố miền dung sai kích thước calip (hình 2-21).



Hình 2-19.
Calip dạng nút



Hình 2-20.
Calip dạng hàm



Hình 2-21. *Sơ đồ phân bố miền dung sai kích thước calip kiểm tra lỗ và trục của lắp ghép Ø50 H7/js6.*

Bảng 2-34. *Dung sai độ phẳng và độ thẳng TCVN 384-93*

Khoảng kích thước danh nghĩa (mm)	Cấp chính xác															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	µ m												mm			
Đến 0	0,25	0,4	0,6	1	0,6	2,5	4	6	0	6	25	40	0,06	0,1	0,16	0,25
Trên 10 đến 16	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	2	20	30	50	0,08	0,12	0,2	0,3
> 16 - 25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	6	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
> 25 - 40	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
> 40 - 63	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
> 63 - 100	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
> 100 - 160	1,0	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
> 160 - 250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
> 250 - 400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
> 400 - 630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
> 630 - 1000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
> 1000 - 1600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
> 1600 - 2500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4
> 2500 - 4000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5
> 4000 - 6300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1,6	2,5	4	6
> 6300 - 10000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8

Chú thích : Chiều dài danh nghĩa của phần chuẩn được lấy làm kích thước danh nghĩa. Nếu không cho trước phần chuẩn, thì chiều dài danh nghĩa của bề mặt lớn hoặc đường kính lớn danh nghĩa của bề mặt mút được lấy làm kích thước danh nghĩa

Bảng 2-35. *Dung sai độ trụ, độ tròn và prôphin mặt cắt dọc. TCVN 384-93*

Khoảng kích thước danh nghĩa (mm)	Cấp chính xác															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	μm												mm			
Đến 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	0,08	0,12	0,2	0,3
Trên 3 đến 10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
" 10 " 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
" 18 " 30	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
" 30 " 50	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
" 50 " 120	1,0	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
" 120 " 250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
" 250 " 400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
" 400 " 630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
" 630 " 1000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
" 1000 " 1600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
" 16 00 " 2500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4

Chú thích : Đường kính danh nghĩa bề mặt được lấy làm kích thước danh nghĩa.

Bảng 2-36. *Dung sai độ song song, độ vuông góc, độ nghiêng, độ đảo mặt mút và mặt mút toàn phần TCVN 384-93*

Khoảng kích thước danh nghĩa (mm)	Cấp chính xác															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	μm													mm		
Đến 10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
Trên 10 đến 16	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
> 16 - 25	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
> 25 - 40	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
> 40 - 63	1,0	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
> 63 - 100	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
> 100 - 160	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
> 160 - 250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
> 250 - 400	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
> 400 - 630	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
> 630 - 1000	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4
> 1000 - 1600	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5
> 1600 - 2500	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1,6	2,5	4	6
> 2500 - 4000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8
> 4000 - 6300	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2,5	4	6	10
> 6300 - 10000	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3	5	8	12

Chú thích : khi quy định dung sai độ song song, độ vuông góc, độ nghiêng chiều dài danh nghĩa của phần chuẩn hoặc chiều dài danh nghĩa của tất cả bề mặt khảo sát (đối với dung sai độ song song - là chiều dài danh nghĩa của chiều lớn) được coi là kích thước danh nghĩa, nếu không cho trước phần chuẩn.

Khi quy định dung sai độ đảo mặt mút, đường kính danh nghĩa cho trước hoặc đường kính lớn danh nghĩa của mặt mút được lấy làm kích thước danh nghĩa. Khi quy định dung sai độ đảo mặt mút toàn phần, đường kính lớn danh nghĩa của bề mặt mút khảo sát được lấy làm kích thước danh nghĩa.

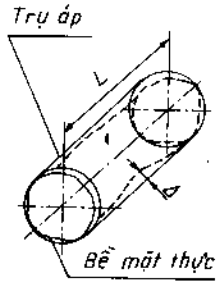
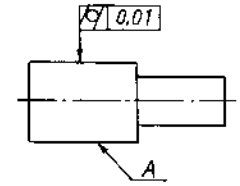
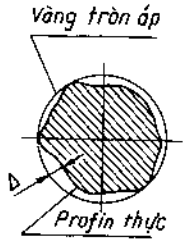
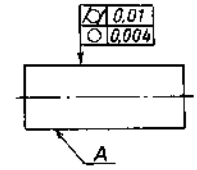
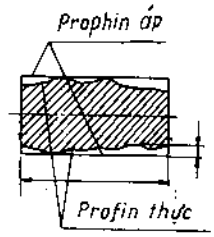
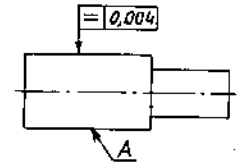
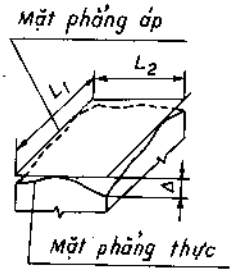
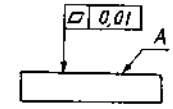
Bảng 2-37. *Dung sai độ đảo hướng kính và độ đảo hướng kính toàn phần. Dung sai độ đồng trục, độ đối xứng, độ giao trục tính theo đường kính TCVN 384-93*

Khoảng kích thước danh nghĩa (mm)	Cấp chính xác															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	μm												mm			
Đến 3	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
Trên 3 đến 10	1,0	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
> 10 - 18	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
> 18 - 30	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
> 30 - 50	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
> 50 - 120	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
> 120 - 250	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
> 250 - 400	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4
> 400 - 630	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5
> 630 - 1000	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1,6	2,5	4	6
> 1000 - 1600	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8
> 1600 - 2500	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2,5	4	6	10

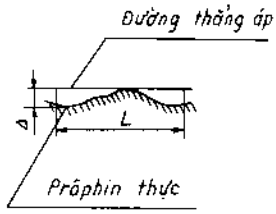
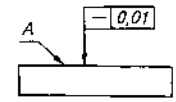
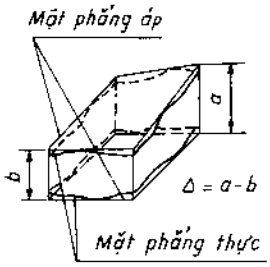
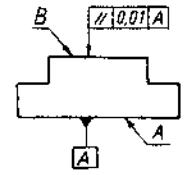
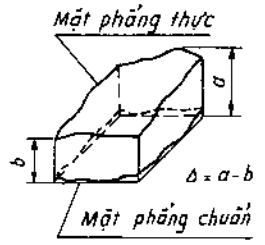
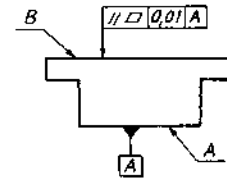
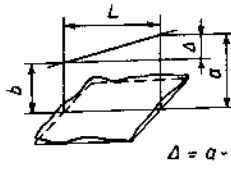
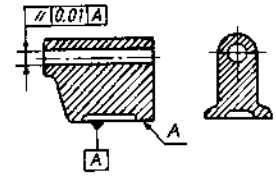
Chú thích : khi quy định dung sai độ đảo hướng kính và độ đảo hướng kính toàn phần, đường kính danh nghĩa của bề mặt khảo sát được lấy làm kích thước danh nghĩa.

Khi quy định dung sai độ đồng trục, độ đối xứng, độ giao trục đường kính của bề mặt quay khảo sát hoặc đường kính danh nghĩa giữa các bề mặt tạo phần tử đối xứng được lấy làm kích thước danh nghĩa. Nếu chuẩn không được quy định, thì dung sai được xác định theo phần tử có kích thước lớn.

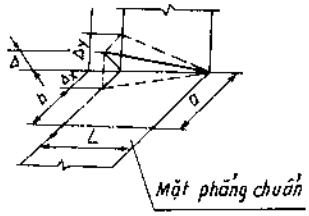
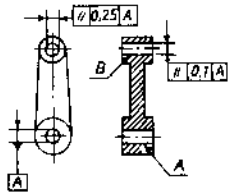
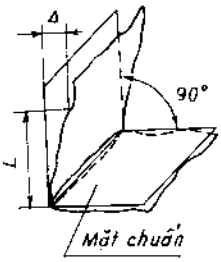
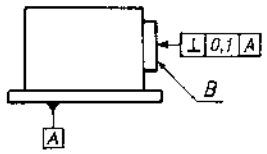
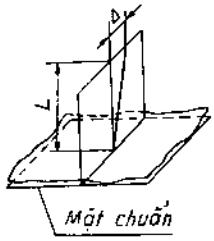
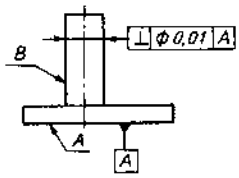
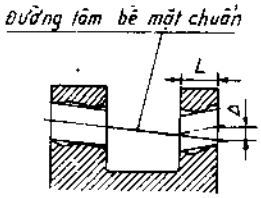
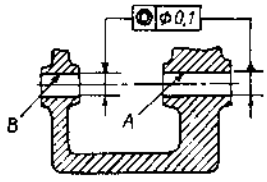
Bảng 2-38 *Sai lệch hình dạng, vị trí bề mặt và ký hiệu trên bản vẽ - TCVN 5906-95*

Dạng sai lệch	Định nghĩa	Ký hiệu trên bản vẽ
Sai lệch độ trụ 	Là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của bề mặt thực tới trụ áp trong giới hạn của phần chuẩn	 Dung sai độ trụ của bề mặt A là 0,01mm
Sai lệch độ tròn 	Là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của prôphin thực tới vòng tròn áp	 Dung sai độ trụ của bề mặt A là 0,01mm và dung sai độ tròn của bề mặt A là 0,004mm
Sai lệch prôphin theo mặt cắt dọc trục 	Là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm trên prôphin thực đến phía tương ứng của prôphin áp	 Dung sai prôphin theo mặt cắt dọc của bề mặt A là 0,004 mm
Sai lệch độ phẳng 	Là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của bề mặt thực tới mặt phẳng áp trong giới hạn của phần chuẩn	 Dung sai độ phẳng của bề mặt A là 0,01 mm

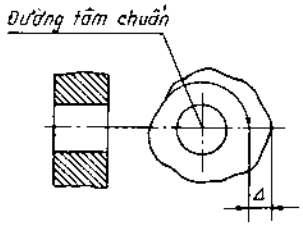
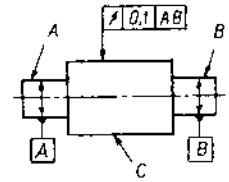
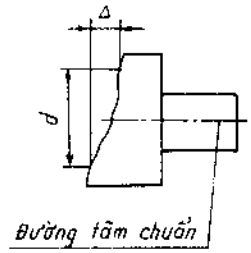
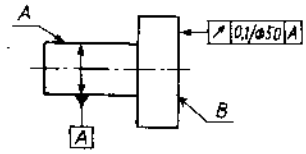
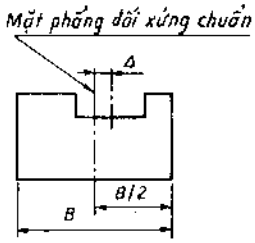
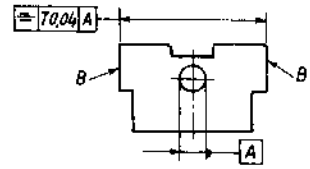
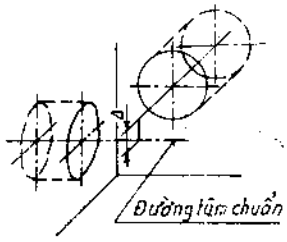
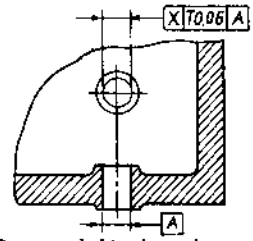
(tiếp bảng 2-38)

Dạng sai lệch	Định nghĩa	Ký hiệu trên bản vẽ
Sai lệch độ thẳng 	Là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của prôphin thực tới đường thẳng áp trong giới hạn của phần chuẩn	 Dung sai độ thẳng của bề mặt A là 0,01mm
Sai lệch độ song song của mặt phẳng 	Là hiệu Δ khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất giữa các mặt phẳng áp trong giới hạn của phần chuẩn	 Dung sai độ song song của bề mặt B so với bề mặt A là 0,01mm
Sai lệch tổng của độ song song 	Là hiệu Δ của khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm bề mặt thực tới mặt phẳng chuẩn trong giới hạn của phần chuẩn	 Dung sai tổng độ song song và độ phẳng của mặt B so với mặt A là 0,004mm
Sai lệch độ song song của đường tâm và mặt phẳng 	Là hiệu Δ khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất giữa đường tâm và mặt phẳng trên chiều dài của phần chuẩn	 Dung sai độ song song của đường tâm lỗ so với bề mặt A là 0,01 mm

(tiếp bảng 2-38)

Dạng sai lệch	Định nghĩa	Ký hiệu trên bản vẽ
Sai lệch độ song song của các đường tâm(hoặc đường thẳng)trong không gian 	Tổng hình học Δ các sai lệch về độ song song các hình chiếu của đường tâm (đường thẳng) lên hai mặt phẳng vuông góc; một trong hai mặt phẳng này là mặt phẳng chung của đường tâm	 Dung sai độ song song của đường tâm lỗ B so với tâm lỗ A là 0,1mm.Dung sai độ nghiêng của đường tâm là 0,25 mm
Sai lệch độ vuông góc của các mặt phẳng 	Là sai lệch của góc giữa các mặt phẳng so với góc vuông (90^0) biểu thị bằng đơn vị dài Δ trên chiều dài của phần chuẩn	 Dung sai độ vuông góc của mặt B so với mặt A là 0,1mm
Sai lệch độ vuông góc của đường tâm (hoặc đường thẳng)đối với mặt phẳng 	Là sai lệch của góc giữa đường tâm của bề mặt quay (đường thẳng) và mặt phẳng chuẩn so với góc vuông (90^0), biểu thị bằng đơn vị dài Δ trên chiều dài của phần chuẩn	 Dung sai độ vuông góc của đường tâm bề mặt B so với mặt A là 0,01 mm
Sai lệch độ đồng tâm đối với đường tâm bề mặt chuẩn 	Là khoảng cách lớn nhất Δ giữa đường tâm bề mặt phẳng quay được khảo sát và đường tâm bề mặt chuẩn trên chiều dài của phần chuẩn	 Dung sai độ đồng tâm của lỗ B so với đường tâm lỗ A là 0, 1 mm

(tiếp bảng 2-38)

Dạng sai lệch	Định nghĩa	Ký hiệu trên bản vẽ
Độ đảo hướng kính 	Là hiệu Δ của khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm của prôphin thực của bề mặt quay tới đường tâm chuẩn trong mặt cắt vuông góc với đường tâm chuẩn	 Dung sai độ đảo hướng kính của bề mặt C so với đường tâm chung của bề mặt A và B là 0,1mm.
Độ đảo mặt mút 	Là hiệu Δ của khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm của prôphin thực của mặt mút tới mặt phẳng vuông góc với đường tâm chuẩn	 Dung sai độ đảo mặt mút của bề mặt B so với đường tâm mặt A là 0,1mm theo đường kính ∅50mm
Sai lệch độ đối xứng với phần tử chuẩn 	Là khoảng cách lớn nhất Δ giữa mặt phẳng (đường tâm) đối xứng của phần tử được khảo sát (các phần tử) và mặt phẳng đối xứng của phần tử chuẩn trong giới hạn của phần chuẩn	 Dung sai độ đối xứng của bề mặt B so với tâm lỗ A là 0,04 mm
Sai lệch độ giao nhau của các đường tâm 	Là khoảng cách nhỏ nhất Δ giữa các đường tâm giao nhau danh nghĩa	 Dung sai độ giao nhau của các đường tâm lỗ là 0, 06 mm
Ghi chú: Dung sai biểu thị theo đường kính ghi chữ T trước giá trị bằng số		

Bảng 2-39 *Sai lệch số học trung bình prôphin R_a (μm)*

0,008				
0,010				
0,012	0,125	1,25	**12,5**	125
0,016	0,160	**1,60**	16,0	160
0,020	**0,20**	2,0	20	**200**
0,025	0,25	2,5	**25**	250
0,032	0,32	**3,2**	32	320
0,040	**0,40**	4,0	40	**400**
0,050	0,50	5,0	**50**	
0,063	0,63	**6,3**	63	
0,080	**0,80**	8,0	80	
0,100	1,00	10,0	**100**	

Chú thích: ưu tiên dùng trị số in đậm.

Bảng 2-40 *Chiều cao mấp mô prôphin theo mười điểm R_z và chiều cao lớn nhất mấp mô của prôphin R_{max} (μm)*

	0,125	1,25	**12,5**	**125**	1250
	0,160	**1,60**	16,0	160	**1600**
	0,20	2,0	20	**200**	
0,025	0,25	2,5	**25**	250	
0,032	0,32	**3,2**	32	320	
0,040	**0,40**	4,0	40	**400**	
0,050	0,50	5,0	**50**	500	
0,063	0,63	**6,3**	63	630	
0,080	**0,80**	8,0	80	**800**	
0,100	1,00	10,0	**100**	1000	

Chú thích: ưu tiên dùng trị số in đậm.

Bảng 2-41 *Chiều chuẩn l*

R_a, μm	l, mm	R_z, R_{max}, μm	l,mm
Đến 0,025	0,08	Đến 0,10	0,08
Lớn hơn 0,025 đến 0,4	0,25	Lớn hơn 0,1 đến 1,6	0,25
> 0,4 ÷ 3,2	0,8	> 1,6 ÷ 12,5	0,8
> 3,2 ÷ 12,5	2,5	> 12,5 ÷ 50	2,5
> 12,5 ÷ 100	8,0	> 50 ÷ 400	8

Bảng 2-42. *Dung sai calip, μm*

Cấp chính xác	Ký hiệu	Kích thước danh nghĩa , mm												
		Từ 1÷3	> 3 ÷ 6	> 6 ÷ 10	> 10 ÷ 18	> 18 ÷ 30	> 30 ÷ 50	> 50 ÷ 80	> 80 ÷ 120	> 120 ÷ 180	>180 ÷ 250	> 250 ÷ 315	> 315 ÷ 400	> 400 ÷ 500
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IT6	Z	1	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	3	4	5	6	7	8
	Y	1	1	1	1,5	1,5	2	2	3	3	4	5	6	7
	α, $α_1$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	4	5
	Z_1	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	10	11
	Y_1	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4	5	6	6	7
	H	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
	H_1	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	HS	-	-	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
	HP	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2,5	3,5	4,5	6	7	8
IT7	Z, Z_1	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	10	11
	Y, Y_1	1,5	1,5	1,5	2	3	3	3	4	4	6	7	8	9
	α, $α_1$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	6	7
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	H_1	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	HS	-	-	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
	HP	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2,5	3,5	4,5	6	7	8
IT8	Z, Z_1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	12	14	16	18
	Y, Y_1	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	9	9	11
	α, $α_1$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	6	7	9
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	H_1	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	HS	-	-	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
	HP	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
IT9	Z, Z_1	5	6	7	8	9	11	13	15	18	21	24	28	32
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
	α, $α_1$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	6	7	9
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
	H_1	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	HS	-	-	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
	HP	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10

(tiếp bảng 2-42)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Z, Z_1	5	5	7	8	9	11	13	15	18	24	27	32	37
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	α, α_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	9	11	14
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	14
IT10	H_1	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	15
	HS	-	-	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
	HP	1,5	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
	Z, Z_1	10	12	14	16	19	22	25	28	32	40	45	50	55
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	α, α_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	15	15	20
IT11	H	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
	H_1	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
	HS	-	-	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	HP	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
	Z, Z_1	10	12	14	16	19	22	25	28	32	45	50	65	70
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	α, α_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	20	30	35
IT12	H	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
	H_1	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
	HS	-	-	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
	HP	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
	Z, Z_1	20	24	28	32	36	42	48	54	60	80	90	100	110
	Y, Y_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	α, α_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	35	45	55
IT13	H	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
	H_1	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
	HS	-	-	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
	HP	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15

Chú thích : H-Dung sai chế tạo calip kiểm tra lỗ
H_1-Dung sai chế tạo calip kiểm tra trục
HS- Dung sai chế tạo calip có mặt đo chỏm cầu
HP- Dung sai chế tạo calip kiểm tra calip hàm

Z, Z_1-Độ mòn dự kiến của calip kiểm tra lỗ và trục, xác định độ mòn cho phép trung bình của calip Q
Y, Y_1 - Độ mòn quá mức của calip kiểm tra lỗ và trục
α, α_1 - Miền an toàn để bù trừ cho sai số đo khi kiểm tra lỗ và trục có kích thước >180 mm.

V.Dung sai kích thước góc và lắp ghép côn trơn

1. Dung sai kích thước góc

Kích thước góc danh nghĩa được quy định theo tiêu chuẩn Việt nam (TCVN 259-86), bảng 2-43 và 2-44. Cũng tương tự như kích thước thẳng ,dung sai kích thước góc được ký hiệu là AT và được tính bằng hiệu giữa góc giới hạn lớn nhất và nhỏ nhất, hình 2-22.

$AT_\alpha = \alpha_{max} - \alpha_{min}$

Dung sai kích thước góc có thể biểu thị bằng đơn vị góc (radian hoặc độ, phút, dây), ký hiệu là AT_α, hoặc biểu thị theo đơn vị dài (µm) ký hiệu là AT_h, (hình 2-22) $AT_h = AT_\alpha.L_1.10^{-3}$

(AT_h- µm); AT_α-µrad; L_1- mm).

Dung sai góc côn: AT_D biểu thị bằng dung sai hiệu đường kính của hai mặt cắt vuông góc với trục côn.

Khi góc côn có độ côn:

$C \le 1:3$ thì $AT_D = AT_h$, hình 2-23.

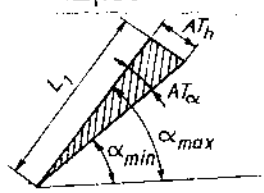
Khi góc côn có độ côn:

$C \le 1:3$ thì $AT_D = AT_h/\cos\alpha/2$

(hình 2-24) với α-góc côn danh nghĩa.

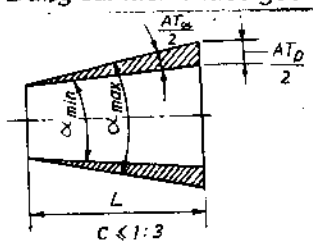
TCVN 260-86 quy định 17 cấp chính xác chế tạo được ký hiệu theo mức độ chính xác giảm dần là: 1, 2, 3, ..., 17.

Trị số dung sai kích thước góc ứng với các cấp chính xác được chỉ dẫn trong bảng 2-45. Sử dụng cấp chính xác kích thước góc theo bảng 2-46, [2] .



Hình 2-22

Dung sai kích thước góc



Hình 2-23

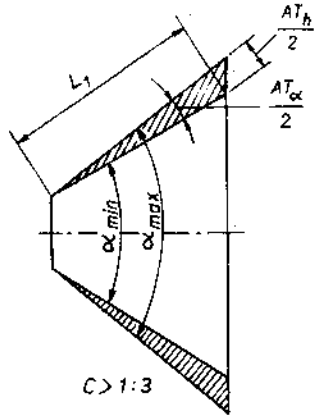
Dung sai góc côn $C \le 1:3$

2. Lắp ghép côn trơn

Lắp ghép côn được sử dụng phổ biến là nhờ tính chất ưu việt của nó như: độ kín, độ bền cao của mối ghép, dễ dàng điều chỉnh độ hở và độ dôi nhờ sự thay đổi vị trí dọc trục của chi tiết lắp ghép, tự định tâm tốt, tháo lắp nhanh mà không làm hư hỏng bề mặt lắp ghép của chi tiết.

Lắp ghép côn trơn cũng được phân thành 3 nhóm:

- Lắp ghép có độ dôi.
- Lắp ghép có độ hở (lắp động).



Hình 2-24

Dung sai góc côn $C > 1:3$

-Lắp ghép trung gian

Độ hở và độ dôi của lắp ghép xác định tùy thuộc vào vị trí hướng trục của các chi tiết lắp ghép.

Mặt phẳng chuẩn: mặt phẳng chuẩn của côn là mặt phẳng vuông góc với trục côn và dùng để xác định vị trí hướng trục của lỗ côn tương đối với trục côn lắp ghép. Mặt phẳng chuẩn có thể chọn là mặt mút của chi tiết côn hoặc mặt vai của trục côn, hình 2-25.

Khoảng cách chuẩn của mối ghép-Z_p là khoảng cách chuẩn giữa các mặt chuẩn của côn lắp ghép đo theo hướng trục của côn, hình 2-25.

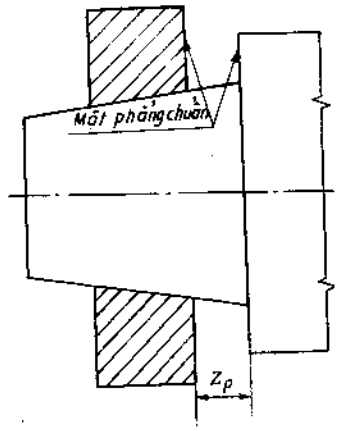
Vị trí ban đầu-P_s là vị trí trục tương đối với nhau của côn trong (lỗ) và côn ngoài (trục) tương ứng với sự tiếp xúc của chúng mà không có ngoại lực tác dụng vào, hình 2-26.

Vị trí cuối cùng-P_f: là vị trí trục tương đối với nhau của côn trong (lỗ) và côn ngoài (trục) mà nó có sau khi đạt được độ dịch chuyển trục đã cho tương đối với vị trí ban đầu hoặc sau khi chịu thêm một lực ép cho trước, hình 2-26

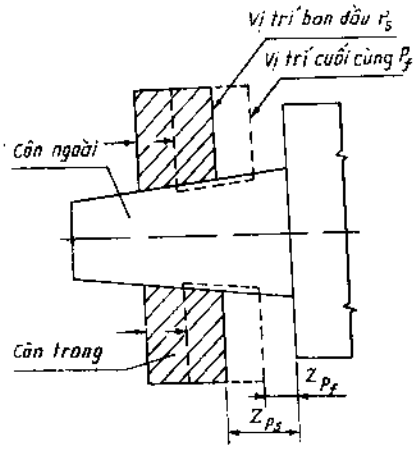
Tương ứng với côn giới hạn ta có vị trí ban đầu và vị trí cuối giới hạn. Ứng với các vị trí giới hạn đó, ta có khoảng cách chuẩn ban đầu giới hạn và dung sai tương ứng Z_{Psmax}, Z_{Psmin}, T_{ZPs}, hình 2-27.

Cũng tương tự như vậy , ta có khoảng cách chuẩn cuối cùng giới hạn: Z_{Pfmax}, Z_{Pfmin} và dung sai khoảng cách chuẩn cuối cùng T_{ZPf}.

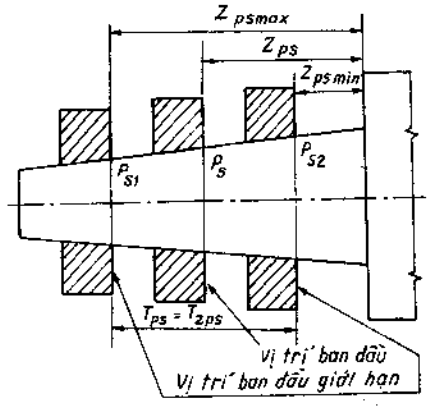
Khoảng cách chuẩn giới hạn và dung sai khoảng cách chuẩn được tính toán xuất phát từ sai lệch và dung sai các thông số kích thước côn (đường kính , chiều dài và góc côn).



Hình 2-25
Mặt phẳng chuẩn côn



Hình 2-26
Vị trí lắp ghép côn



Hình 2-27
Vị trí côn giới hạn

Bảng 2-43. *Dãy kích thước góc danh nghĩa TCVN 259-86*

Dãy 1	Dãy 2	Dãy 3	Dãy 1	Dãy 2	Dãy 3
0^0			30^0		
		$15'$			35^0
	$30'$			40^0	
		$45'$	45^0		
	1^0				50^0
		$1^0 30'$			55^0
	2^0		60^0		
		$2^0 30'$			65^0
	3^0				70^0
	4^0			75^0	
5^0					80^0
	6^0				85^0
	7^0		90^0		
	8^0				100^0
		9^0			110^0
	10^0		120^0		
		12^0			135^0
15^0					150^0
		18^0			165^0
20^0					180^0
		22^0			270^0
		25^0			360^0

Bảng 2-44. *Trị số góc nghiêng, TCVN 259-86*

Độ nghiêng S	Góc nghiêng β
1 : 500	$6' 52,5''$
1 : 200	$17' 11,3''$
1 : 100	$34' 22,6''$
1 : 50	$1^0 8' 44,7''$
1 : 20	$2^0 51' 44,7''$
1 : 10	$5^0 42' 38,1''$

Bảng 2-45. *Trị số dung sai góc, TCVN260-86*

Khoảng chiều dài L, L_1, mm	Cấp chính xác								
	1					2			
	AT_α		AT_α	AT_h	AT_D	AT_α		AT_α	AT_h AT_D
	µrad	ph s	Ph,s	µm		µrad	ph s	ph s	µm
Đến 10	50	$10''$	$10''$	. . .0,5		80	$16''$	$16''$	0,8
>10 ÷ 16	40	$8''$	$8''$	0,4 . . .0,6		63	$13''$	$12''$	0,6 . . .1,0
>16 ÷ 25	31,5	$6''$	$6''$	0,5 . . .0,8		50	$10''$	$10''$	0,8 . . .1,3
>25 ÷ 40	25	$5''$	$5''$	0,6 . . .1,0		40	$8''$	$8''$	1,0 . . .1,6
>40 ÷ 63	20	$4''$	$4''$	0,8 . . .1,3		31,5	$6''$	$6''$	1,3 . . .2,0
>63 ÷ 100	16	$3''$	$3''$	1,0 . . .1,6		25	$5''$	$5''$	1,6 . . .2,5
>100 ÷ 160	12,5	$2,5''$	$2,5''$	1,3 . . .2,0		20	$4''$	$4''$	2,0 . . .3,2
>160 ÷ 250	10	$2''$	$2''$	1,6 . . .2,5		16	$3''$	$3''$	2,5 . . .4,0
>250 ÷ 400	8	$1,5''$	$1,5''$	2,0 . . .3,2		12,5	$2,5''$	$2,5''$	3,2 . . .5,0
>400÷630	6,3	$1''$	$1''$	2,5 . . .4,0		10	$2''$	$2''$	4,0 . . .6,3
>630 ÷ 1000	-	-		-		-	-	-	-
>1000 ÷ 1600	-	-		-		-	-	-	-
>1600 ÷ 2500	-	-		-		-	-	-	-

(Tiếp bảng 2-45)

Khoảng chiều dài L, L_1, mm	Cấp chính xác								
	3					4			
	AT_α		AT_α	AT_h	AT_D	AT_α		AT_α	AT_h AT_D
	µrad	ph s	ph s	µm		µrad	ph s	ph s	µm
Đến 10	125	$26''$	$26''$	. . .1,3		200	$41''$	$40''$	. . . 2,0
>10 ÷ 16	100	$21''$	$20''$	1,0 . . .1,6		160	$33''$	$32''$	1,6 . . .2,5
>16 ÷ 25	80	$16''$	$16''$	1,3. . .2,0		165	$26''$	$26''$	2,0 . . .3,2
>25 ÷ 40	63	$13''$	$12''$	1,6 . . .2,5		100	$21''$	$20''$	2,5 . . .4,0
>40 ÷ 63	50	$10''$	$10''$	2,0 . . .3,2		80	$16''$	$16''$	3,2 . . .5,0
>63 ÷ 100	40	$8''$	$8''$	2,5 . . .4,0		63	$13''$	$12''$	4,0 . . .6,3
>100 ÷ 160	31,5	$6''$	$6''$	3,2 . . .5,0		50	$10''$	$10''$	5,0 . . 8,0
>160 ÷ 250	25	$5''$	$5''$	4,0 . . .6,3		40	$8''$	$8''$	6,3 . . .10,0
>250 ÷ 400	20	$4''$	$4''$	5,0 . . 8,0		31,5	$6''$	$6''$	8,0 . . .12,5
>400÷630	16	$3''$	$3''$	6,3 . . .10,0		25	$5''$	$5''$	10,0 . . .16,0
>630 ÷ 1000	-	-		-		20	$4''$	$4''$	12,5 . . .20,0
>1000 ÷ 1600	-	-		-		16	$3''$	$3''$	16,0 . . .25,0
>1600 ÷ 2500	-	-		-		12,5	$2,5''$	$2,5''$	20,0 . . .32,0

(Tiếp bảng 2-45)

Khoảng chiều dài L, L_1, mm	Cấp chính xác									
	5					6				
	AT_α		AT_α	AT_h	AT_D	AT_α		AT_α	AT_h	AT_D
	μrad	ph s	ph s	μm		μrad	ph s	ph s	μm	
Đến 10	315	1'05''	1'	. . .3,2		500	1'43''	1'40''	5,0	
>10 ÷ 16	250	52''	50''	2,5 . . .4,0		400	1'22''	1'20''	4,0 . . .6,3	
>16 ÷ 25	200	41''	40''	3,2 . . .5,0		315	1'05''	1'	5,0 . . 8,0	
>25 ÷ 40	160	33''	32''	4,0 . . .6,3		250	52''	50''	6,3 . . .10,0	
>40 ÷ 63	125	26''	26''	5,0 . . 8,0		200	41''	40''	8,0 . . .12,5	
>63 ÷ 100	100	21''	20''	6,3 . . .10,0		160	33''	32''	10,0 . . 16,0	
>100 ÷ 160	80	16''	16''	8,0 . . .12,5		125	26''	26''	12,5 . . 20,0	
>160 ÷ 250	63	13''	12''	10,0 . .16,0		100	21''	20''	16,0 . . 25,0	
>250 ÷ 400	50	10''	10''	12,5 . .20,0		80	16''	16''	20,0 . . 32,0	
>400 ÷ 630	40	8''	8''	16,0 . 25,0		63	13''	12''	25,0. .40,0	
>630 ÷ 1000	31,5	6''	6''	20,0 . .32,0		50	10''	10''	32 . . .50	
>1000÷1600	25	5''	5''	25,0. .40,0		40	8''	8''	40 . . .63	
>1600÷2500	20	4''	4''	32 . .50		31,5	6''	6''	50 . . .80	

(Tiếp bảng 2-45)

Khoảng chiều dài L, L_1, mm	Cấp chính xác									
	7					8				
	AT_α		AT_α	AT_h	AT_D	AT_α		AT_α	AT_h	AT_D
	μrad	ph s	ph s	μm		μrad	ph s	ph s	μm	
Đến 10	800	2'45''	2'45''	. . 8,0		1250	4'18''	4'	. . .12,5	
>10 ÷ 16	630	2'10''	2'0''	6,3 . . .10,0		1000	3'26''	3'	10,0 . . 16,0	
>16 ÷ 25	500	1'43''	1'40''	8,0 . . .12,5		800	2'49''	2'30''	12,5 . . 20,0	
>25 ÷ 40	400	1'22''	1'20''	10,0 . . 16,0		630	2'10''	2'0''	16,0 . . 25,0	
>40 ÷ 63	315	1'05''	1'	12,5 . . 20,0		500	1'43''	1'40''	20,0 . . 32,0	
>63 ÷ 100	250	52''	50''	16,0 . . 25,0		400	1'22''	1'20''	25,0. .40,0	
>100 ÷ 160	200	41''	40''	20,0 . . 32,0		315	1'05''	1'	32 . . .50	
>160 ÷ 250	160	33''	32''	25,0. .40,0		250	52''	50''	40 . . .63	
>250 ÷ 400	125	26''	26''	32 . . .50		200	41''	40''	50 . . .80	
>400 ÷ 630	100	21''	20''	40 . . .63		160	33''	32''	63 . . .100	
>630 ÷1000	80	16''	16''	50 . . .80		125	26''	26''	80 . . .125	
>1000÷1600	63	13''	12''	63 . . .100		100	21''	20''	100 . . .160	
>1600÷2500	50	10''	10''	80 . . .125		80	16''	16''	125 . . .200	

(Tiếp bảng 2-45)

Khoảng chiều dài L, L_1, mm	Cấp chính xác									
	9					10				
	AT_α		AT_α		AT_h AT_D	AT_α		AT_α		AT_h AT_D
	μrad	ph s	ph	s	μm	μrad	ph s	ph	s	μm
Đến 10	2000	6′32″	6′		 20	3150	10′45″	10″		. 32
>10 ÷ 16	1600	5′30″	5′		16. . . 25	2500	8′35″	8″		25. 40
>16 ÷ 25	1250	4′18″	4′		20. . .32	2000	6′52″	6″		32 . . .50
>25 ÷ 40	1000	3′26″	3′		25. 40	1600	5′30″	5″		40 . . .63
>40 ÷ 63	800	2′45″	2′30″		32 . . .50	1250	4′18″	4″		50 . . .80
>63 ÷ 100	630	2′10″	2′		40 . . .63	1000	3′26″	3″		63 . . .100
>100 ÷ 160	500	1′43″	1′40″		50 . . .80	800	2′49″	2′30″		80 . . .125
>160 ÷ 250	400	1′22″	1′20″		63 . . .100	630	2′10″	2′		100 . .160
>250 ÷ 400	315	1′05″	1′		80 . . .125	500	1′43″	1′40″		125 ..200
>400 ÷ 630	250	52″	50″		100 . . .160	400	1′22″	1′20″		160...250
>630 ÷1000	200	41″	40″		125 . . .200	315	1′05″	1′		200...320
>1000÷1600	160	33″	32″		160...250	250	52″	50″		250...400
>1600÷2500	125	26″	25″		200...320	200	41″	40″		320...500

(Tiếp bảng 2-45)

Khoảng chiều dài L, L_1, mm	Cấp chính xác									
	11					12				
	AT_α		AT_α		AT_h AT_D	AT_α		AT_α		AT_h AT_D
	μrad	ph s	ph	s	μm	μrad	ph s	ph	s	μm
Đến 10	5000	17′10″	16′		. .50	8000	27′28″	26′		. . .80
>10 ÷ 16	4000	13′44″	12′		40 . . .63	6300	21′38″	20′		63 . . .100
>16 ÷ 25	3150	10′49″	10″		50 . . .80	5000	17′10″	16′		80 . . .125
>25 ÷ 40	2500	8′35″	8″		63 . . .100	4000	13′44″	12′		100 . .160
>40 ÷ 63	2000	6′52″	6″		80 . . .125	3150	10′49″	10′		125 . ..200
>63 ÷ 100	1600	5′30″	5″		100 . ..160	2500	8′35″	8′		160...250
>100 ÷ 160	1250	4′18″	4″		125 . ..200	2000	6′52″	6′		200...320
>160 ÷ 250	1000	3′26″	3″		160...250	1600	5′30″	5′		250...400
>250 ÷ 400	800	2′45″	2′30″		200...320	1250	4′18″	4′		320...500
>400 ÷ 630	630	2′10″	2′		250...400	1000	3′26″	3′		400...630
>630 ÷1000	500	1′45″	1′40″		320...500	800	2′45″	2′30″		500...800
>1000÷1600	400	1′22″	1′20″		400...630	630	2′10″	2′		630...1000
>1600÷2500	325	1′05″	1′		500...800	500	1′43″	1′43″		800...1250

Bảng 2-46. *Phạm vi sử dụng cấp chính xác góc*

Cấp chính xác	Phương pháp gia công côn	Phạm vi sử dụng
5	Mài tinh mỏng và nghiền tinh lần cuối	Côn ngoài độ chính xác cao dùng cho mối ghép yêu cầu kín; calip nút côn
6	nt	Côn trong độ chính xác cao; calip côn trong
7	Mài, doa, tiện độ chính xác cao	Chi tiết độ chính xác cao, yêu cầu định tâm tốt, đầu trục để định tâm bánh răng độ chính xác cao, côn dụng cụ, calip côn
10, 11, 12	Tiện trên máy tiện, máy tiện revonve và máy tiện tự động độ chính xác cao. Mài, doa, gia công nguội, phay độ chính xác cao. Đúc và ép chi tiết bằng chất dẻo độ chính xác cao	Chi tiết độ chính xác bình thường: côn của các chi tiết ma sát lắp với bạc côn có nghiền tinh, đầu định tâm của trục, lỗ tâm và mũi tâm, tấm dẫn hướng, rãnh trượt trong các bàn trượt.
13, 14, 15	Gia công trên máy độ chính xác bình thường: phay tinh, bào tinh, tiện tinh, khoét tinh, mài tinh v..v. Đúc và ép chi tiết bằng chất dẻo độ chính xác bình thường.	Các chi tiết độ chính xác thấp, bộ phận của các chi tiết truyền động, chi tiết hãm v..v, rãnh góc trong đĩa xích, vấu tỳ của cam đĩa, rãnh côn của đầu vít v..v.

VI. Dung sai lắp ghép ren

1. Dung sai ren hệ mét.

a - Các thông số kích thước cơ bản

Các thông số kích thước cơ bản của ren được quy định theo tiêu chuẩn Việt nam TCVN 2248-77 và 2252-77. Prôphin ren được biểu thị trên hình 2-28 theo TCVN 2246-77.

b - Dung sai kích thước ren

Ảnh hưởng tới tính lắp lẫn của ren không chỉ có sai số của kích thước đường kính ren mà còn cả sai số bước (p) và góc prôphin ren (α).Ảnh hưởng của sai số bước và góc prôphin ren có thể được tính bằng lượng bồi thường đường kính cho:

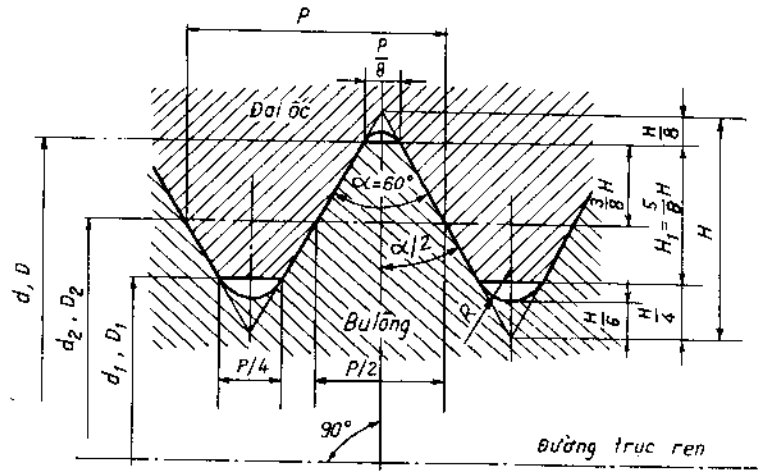
- Sai số bước ren: $f_p = \Delta P_n.\text{cotg}\alpha/2 = 1{,}732\,\Delta P_n$ µm (2-1)
- Sai số nửa góc prôphin ren:

$$f_\alpha = \frac{0{,}582 H_1}{\sin\alpha}\Delta\alpha/2 = 0{,}36P.\Delta\alpha/2 \quad \mu m \quad (2\text{-}2)$$

ΔP_n - sai số tích luỹ bước ren, µm

$\Delta\alpha/2$ - sai số nửa góc prôphin ren. (phút, góc)

$$\Delta\alpha/2 = \frac{\left(\Delta\frac{\alpha}{2}\,phải\right)+\left(\Delta\frac{\alpha}{2}\,trái\right)}{2}$$



Hình 2-28. *Prôphin ren*

d - đường kính ngoài của ren ngoài (bu lông); D - đường kính ngoài của ren trong (đai ốc); d_2 - đường kính trung bình của bulông; D_2 - đường kính trung bình của đai ốc; d_1 - đường kính trong của bulông; D_1 - đường kính trong của đai ốc; P - bước ren; H - chiều cao của prôphin gốc; R - bán kính danh nghĩa góc lượn của rãnh ren bulông; H_1 - chiều cao làm việc của prôphin

Vì vậy để đảm bảo tính lắp lẫn của ren, tiêu chuẩn Việt Nam chỉ quy định dung sai cho các kích thước đường kính (d_2, D_2, d và D_1) của ren. Dung sai đường kính trung bình (T_{d2}, T_{D2}) được quy định không phải chỉ cho riêng sai số bản thân đường kính trung bình (Δd_2, ΔD_2) mà cho cả lượng bù đường kính cho sai số bước ren (f_P) và sai số nửa góc prôphin ren (f_α).

Khi kiểm tra ren, nếu ta đo sai số của riêng từng yếu tố d_2, D_2, P và $\alpha/2$ thì ren đạt yêu cầu khi:

$d_{2t} + f_P + f_\alpha$ hoặc $D_{2t} - (f_P + f_\alpha)$ nằm trong phạm vi dung sai của đường kính trung bình T_{d2} hoặc T_{D2}.

Ở đây:

d_{2t} ; D_{2t} - đường kính trung bình thực của ren bu lông và đai ốc f_P ; f_α - tính theo công thức (2-1) và (2-2).

c - Lắp ghép ren

Lắp ghép ren cũng có đặc tính như lắp ghép trụ trơn nó bao gồm: lắp lỏng, lắp trung gian và lắp chặt.

- Lắp lỏng (lắp có độ hở)

Lắp có độ hở thường dùng cho ren kẹp chặt và ren truyền động, TCVN 1917-93 quy định cấp chính xác chế tạo ren và các sai lệch cơ bản của kích thước ren (bảng 2-47).

Lắp ghép ren được hình thành bằng cách phối hợp các miền dung sai kích thước ren ngoài và ren trong (bảng 2-48 và bảng 2-49). Các miền dung sai được quy định theo các cấp chính xác: chính xác , trung bình và thô. Sai lệch giới hạn ứng với các miền dung sai kích thước ren chỉ dẫn trong bảng 2-50 và 2-51.

Lắp ghép ren cũng được ghi ký hiệu dưới dạng phân số sau ký hiệu ren, ví dụ: M12 x1 - 6H/6g.

Tử số ký hiệu miền dung sai ren trong, 6H (cấp chính xác là 6, sai lệch cơ bản: H), mẫu số ký hiệu miền dung sai ren ngoài, 6g (cấp chính xác 6, sai lệch cơ bản: g).

Tiêu chuẩn cũng cho phép sử dụng lắp ghép ren trong đó có sự phối hợp các miền dung,sai khác nhau của đường kính trung bình và đường kính ngoài,d (đối với ren ngoài) hoặc đường kính trong D_1 (đối với ren trong), ví dụ:

M12 x1 - 4H5H/4h hoặc M12 x1 - 7H/7g6g.

Miền dung sai ren trong 4H5H là phối hợp miền dung sai đường kính trung bình 4H với miền dung sai đường kính trong 5H.Miền dung sai ren ngoài 7g6g là phối hợp miền dung sai đường kính trung bình 7g với miền dung sai đường kính ngoài 6g.

- Lắp ghép trung gian

Lắp ghép trung gian được sử dụng khi cần cấy các vít ren bằng thép vào lỗ ren trên thân thép, gang, hợp kim nhôm và hợp kim ma nhê khi dùng thành phần phụ xiết chặt với chiều dài vặn ren theo TCVN 2249-93, bảng 2-52. Cấp chính xác chế tạo ren, miền dung sai và các kiểu lắp tiêu chuẩn được quy định theo TCVN 2249-93, bảng 2-53. Sai lệch giới hạn ứng với các miền dung sai chỉ dẫn trong bảng 2-54 và 2-55.

- Lắp ghép có độ dôi.

Lắp ghép có độ dôi được sử dụng cho mối ghép ren cố định khi không dùng thành phần phụ xiết chặt, chẳng hạn các vít cấy bằng thép trong lỗ ren trên thân thép,gang, hợp kim bền cao, hợp kim ti tan, hợp kim nhôm và hợp kim magiê.

TCVN 2250-93 quy định chiều vặn ren (bảng 2-56), cấp chính xác chế tạo và sai lệch cơ bản của kích thước ren (bảng 2-57), miền dung sai kích thước và các lắp ghép tiêu chuẩn của mối ghép ren (bảng 2-58).

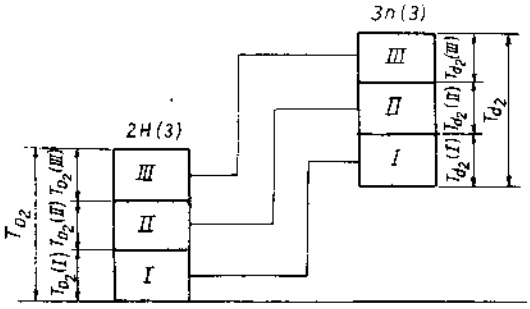
Đối với những kiểu lắp được chỉ dẫn trong bảng 2-58 chẳng hạn kiểu lắp $\frac{2H4D(3)}{3n(3)}$ thì chữ số 3 trong ngoặc biểu thị: khi thực hiện lắp ghép phải lựa chọn ren theo 3 nhóm rồi lắp ren trong với ren ngoài theo các nhóm tương ứng với nhau, hình 2-29.

Sự lựa chọn ren theo nhóm thực hiện theo đường kính trung bình thực (D_{2t} ;d_{2t}) tại phần giữa chiều dài ren.

Giá trị sai lệch giới hạn ứng với các miền dung sai được chỉ dẫn trong bảng 2-59 ÷ 2-62.

2.*Dung sai ren hình thang*

Ren hình thang dùng để chuyển động tịnh tiến, ví dụ: vít me, vít bàn dao trong máy công cụ, vít nâng của máy và máy ép, v...v.

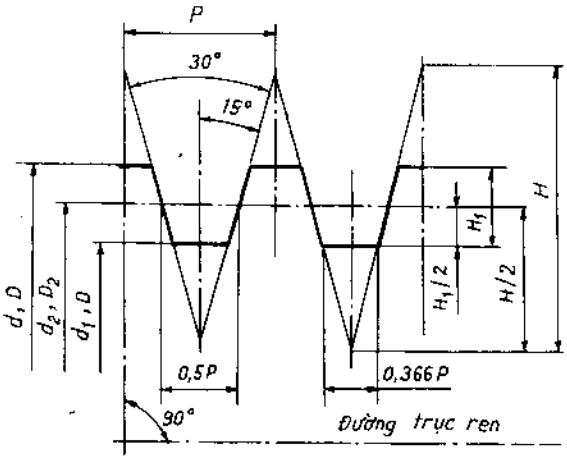


Hình2-29

Lựa chọn lắp ghép ren theo 3 nhóm

Prôphin ren được quy định theo TCVN 2254-77, (hình 2-30). TCVN 2255-77 quy định các thông số kích thước cơ bản của ren nhiều đầu mối có đường kính danh nghĩa từ 10 ÷ 320 mm và góc prôphin ren là 30^0. Tiêu chuẩn này cũng quy định cấp chính xác chế tạo và dạng sai lệch cơ bản kích thước ren (bảng 2-63), dãy giá trị sai lệch cơ bản và dung sai kích thước ren (bảng 2-64; 2-66 và 2-68)

Tuỳ theo chiều dài vặn ren và yêu cầu độ chính xác của ren mà ta chọn miền dung sai kích thước ren phù hợp với chỉ dẫn trong bảng 2-65.



Hình2-30.

Prôphin ren thang

Cũng tương tự như ren hệ mét, lắp ghép ren hình thang được ký hiệu như sau, Ví dụ: Tr20x4(P2)-8H/8c.

Tr20x4(P2): ren hình thang đường kính danh nghĩa là 20 mm, bước xoắn của ren là 4 mm, bước ren (P) là 2 mm.

8H/8c: ký hiệu lắp ghép ren với miền dung sai ren trong là 8H và miền dung sai ren ngoài là 8c.

Nếu là ren xoắn trái thì thêm " LH " vào sau ký hiệu ren, ví dụ: Tr20x4(P2)LH-8H/8e.

Lắp ghép ren có độ hở

Bảng 2-47. *Cấp chính xác và sai lệch cơ bản TCVN 1917-93*

Dạng ren	Đường kính ren	Cấp chính xác	Sai lệch cơ bản
Ren ngoài	d	4, 6, 8	d, e, f, g, h
	d_2	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	d, e, f, g, h
Ren trong	D_2	4, 5, 6, 7, 8, 9	E, F, G, H
	D_1	4, 5, 6, 7, 8	E, F, G, H

Bảng 2-48. *Miền dung sai ren ngoài*

Loại chính xác	Chiều dài vặn ren									
	S		N					L		
	Miền dung sai ren ngoài									
Chính xác		(3h4h)				4g	4h			(5h4h)
Trung bình	5g6g	(5h6h)	6d	6e	6f	6g	6h	(7e6e)	7g6g	(7h6h)
Thô						8g	(8h)*		(9g8g)	

* Chỉ cho ren có bước P < 0,8 mm;

Đối với ren có bước P> 0,8 mm sử dụng miền dung sai 8h6h

Bảng 2-49. *Miền dung sai ren trong*

Loại chính xác	Chiều dài vặn ren						
	S		N			L	
	Miền dung sai ren trong						
Chính xác		4H		4H5H	5H		6H
Trung bình	(5G)	5H	6G		6H	(7G)	7H
Thô			7G		7H	(8G)	8H

Chú thích bảng 2-48 và 2-49:

1. Miền dung sai được ưu tiên sử dụng
2. ( ) Miền dung sai hạn chế sử dụng
3. Khi chiều dài vặn ren thuộc nhóm ngắn (S) và nhóm dài (L) thì cho phép sử dụng miền dung sai được quy định cho chiều dài vặn ren thuộc nhóm bình thường (N).

Bảng 2-50. *Sai lệch giới hạn kích thước ren ngoài TCVN 1917-93*

Đường kính danh nghĩa ren d, mm	Bước ren P,mm	Miền dung sai của ren ngoài																			
		5h6h					6d					6e					6f				
		Đường kính ren, mm																			
		d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2		d_1
		Sai lệch giới hạn, µm																			
		es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
từ 1	0,2	0	-56	0	-38	0											-32	-88	-32	-80	-32
đến1,4	0,25	0	-67	0	-42	0											-33	-100	-33	-86	-33
	0,3	0	-75	0	-45	0											-33	-108	-33	-89	-33
Trên	0,2	0	-56	0	-40	0											-32	-88	-32	-82	-32
1,4	0,25	0	-67	0	-45	0											-33	-108	-33	-89	-33
đến	0,35	0	-85	0	-50	0											-34	-119	-34	-97	-34
2,8	0,4	0	-95	0	-53	0											-34	-129	-34	-101	-34
	0,45	0	-100	0	-56	0											-35	-135	-35	-106	-35
	0,25	0	-67	0	-45	0											-33	-100	-33	-89	-33
	0,35	0	-85	0	-53	0											-34	-119	-34	-101	-34
Trên 2,8	0,5	0	-106	0	-60	0						-50	-156	-50	-125	-50	-36	-142	-36	-111	-36
đến	0,6	0	-125	0	-67	0						-53	-178	-53	-138	-53	-36	-161	-36	-121	-36
5,6	0,7	0	-140	0	-71	0						-56	-196	-56	-146	-56	-38	-178	-38	-128	-38
	0,75	0	-140	0	-71	0						-56	-196	-56	-146	-56	-38	-178	-38	-128	-38
	0,8	0	-150	0	-75	0						-60	-210	-60	-155	-60	-38	-188	-38	-128	-38
	0,25	0	-67	0	-50	0											-33	-100	-33	-96	-33
	0,35	0	-85	0	-56	0											-34	-119	-34	-105	-34
Trên 5,6	0,5	0	-106	0	-67	0						-50	-156	-50	-135	-50	-36	-142	-36	-121	-36
đến 11,2	0,75	0	-140	0	-80	0						-56	-196	-56	-156	-56	-38	-178	-38	-138	-38
	1	0	-180	0	-90	0	-90	-270	-90	-202	-90	-60	-210	-60	-172	-60	-40	-220	-40	-152	-40
	1,25	0	-212	0	-95	0	-95	-307	-95	-213	-95	-63	-275	-63	-181	-63	-42	-254	-42	-160	-42
	1,5	0	-236	0	-106	0	-95	-313	-95	-227	-95	-67	-303	-67	-199	-67	-45	-281	-45	-177	-45
	0,35	0	-85	0	-60	0											-34	-119	-34	-109	-34
	0,5	0	-106	0	-71	0						-50	-156	-50	-140	-50	-36	-142	-36	-126	-36
Trên	0,75	0	-140	0	-85	0						-56	-196	-56	-162	-56	-38	-178	-38	-144	-38
11,2	1	0	-180	0	-95	0	-90	-270	-90	-208	-90	-60	-240	-60	-178	-60	-40	-220	-40	-158	-40
đến	1,25	0	-212	0	-106	0	-95	-307	-95	-227	-95	-63	-275	-63	-195	-63	-42	-254	-42	-174	-42
22,4	1,5	0	-236	0	-112	0	-95	-331	-95	-235	-95	-67	-303	-67	-207	-67	-45	-281	-45	-185	-45
	1,75	0	-265	0	-118	0	-100	-365	-100	-250	-100	-71	-336	-71	-221	-71	-48	-313	-48	-198	-48
	2	0	-280	0	-125	0	-100	-380	-100	-260	-100	-71	-351	-71	-231	-71	-52	-332	-52	-212	-52
	2,5	0	-335	0	-132	0	-106	-441	-106	-276	-106	-80	-415	-80	-250	-80	-88	-393	-88	-228	-88

(tiếp bảng 2-50).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	0,5	0	-106	0	-75	0						-50	-156	-50	-145	-50	-36	-142	-36	-131	-36
	0,75	0	-140	0	-90	0						-56	-196	-56	-168	-56	-38	-178	-38	-150	-38
Trên	1	0	-180	0	-100	0	-90	-270	-90	-215	-90	-60	-240	-60	-285	-60	-40	-220	-40	-165	-40
22,4	1,5	0	-236	0	-118	0	-95	-331	-95	-240	-95	-67	-303	-67	-217	-67	-45	-281	-45	-195	-45
đến	2	0	-280	0	-132	0	-100	-380	-100	-270	-100	-71	-351	-71	-241	-71	-52	-332	-52	-222	-52
45	3	0	-375	0	-160	0	-112	-487	-112	-312	-112	-85	-460	-85	-285	-85	-63	-438	-63	-263	-63
	3,5	0	-425	0	-170	0	-118	-543	-118	-330	-118	-90	-515	-90	-302	-90					
	4	0	-475	0	-180	0	-125	-600	-125	-349	-125	-95	-570	-95	-319	-95					
	4,5	0	-500	0	-190	0	-132	-632	-132	-368	-132	-100	-600	-100	-336	-100					
	0,5	0	-106	0	-80	0						-50	-156	-50	-150	-50	-36	-142	-36	-136	-36
	0,75	0	-140	0	-95	0						-56	-196	-56	-174	-56	-38	-178	-38	-156	-38
Trên	1	0	-180	0	-112	0	-90	-270	-90	-230	-90	-60	-240	-60	-200	-60	-40	-220	-40	-180	-40
45	1,5	0	-236	0	-125	0	-95	-331	-95	-255	-95	-67	-303	-67	-227	-67	-45	-281	-45	-205	-45
đến	2	0	-280	0	-140	0	-100	-380	-100	-280	-100	-71	-351	-71	-251	-71	-52	-332	-52	-232	-52
90	3	0	-375	0	-170	0	-112	-487	-112	-324	-112	-85	-460	-85	-297	-85	-63	-438	-63	-275	-63
	4	0	-475	0	-190	0	-125	-600	-125	-361	-125	-95	-570	-95	-331	-95					
	5	0	-530	0	-200	0	-132	-662	-132	-382	-132	-106	-636	-106	-356	-106					
	5,5	0	-560	0	-212	0	-140	-700	-140	-405	-140	-112	-672	-112	-377	-112					
	6	0	-600	0	-224	0	-150	-750	-150	-430	-150	-118	-718	-118	-398	-118					
	0,75	0	-140	0	-100	0						-56	-196	-56	-181	-56	-38	-178	-38	-163	-38
	1	0	-180	0	-118	0	-90	-270	-90	-240	-90	-60	-240	-60	-210	-60	-40	-220	-40	-190	-40
Trên	1,5	0	-236	0	-132	0	-95	-331	-95	-265	-95	-67	-303	-67	-237	-67	-45	-281	-45	-215	-45
90	2	0	-280	0	-150	0	-100	-380	-100	-290	-100	-71	-351	-71	-261	-71	-52	-332	-52	-242	-52
đến	3	0	-375	0	-180	0	-112	-487	-112	-336	-112	-85	-460	-85	-309	-85	-63	-438	-63	-287	-63
180	4	0	-475	0	-200	0	-125	-600	-125	-375	-125	-95	-570	-95	-345	-95					
	6	0	-600	0	-236	0	-150	-750	-150	-450	-150	-118	-718	-118	-418	-118					
	1,5	0	-236	0	-140	0	-95	-331	-95	-270	-95	-67	-303	-67	-247	-67	-45	-281	-45	-225	-45
Trên	2	0	-280	0	-170	0	-100	-380	-100	-312	-100	-71	-351	-71	-283	-71	-52	-332	-52	-257	-52
180	3	0	-375	0	-200	0	-112	-487	-112	-362	-112	-85	-460	-85	-335	-85	-63	-438	-63	-313	-63
đến	4	0	-475	0	-224	0	-125	-600	-125	-405	-125	-95	-570	-95	-375	-95					
335	6	0	-600	0	-250	0	-150	-750	-150	-465	-150	-118	-718	-118	-433	-118					
	2	0	-280	0	-180	0	-100	-380	-100	-324	-100	-71	-351	-71	-295	-71	-52	-332	-52	-276	-52
Trên 335	4	0	-475	0	-236	0	-125	-600	-125	-425	-125	-95	-570	-95	-395	-95					
đến 600	6	0	-600	0	-265	0	-150	-750	-150	-485	-150	-118	-718	-118	-453	-118					

(tiếp bảng 2-50).

Đường kính danh nghĩa ren d, mm	Bước ren P,mm	Miền dung sai của ren ngoài																			
		6g					6h					7e					7g6g				
		Đường kính ren, mm																			
		d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2		d_1
		Sai lệch giới hạn, µm																			
		es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
từ 1	0,2	-17	-73	-17	-65	-17	0	-56	0	-48	0						(-17)	(-73)	(-17)	(-77)	(-17)
đến1,4	0,25	-18	-85	-18	-71	-18	0	-67	0	-53	0						(18)	(85)	(18)	(85)	(-18)
	0,3	-18	-93	-18	-71	-18	0	-75	0	-56	0						(18)	(93)	(18)	(89)	(-18)
	0,2	-17	-73	-17	-67	-17	0	-56	0	-50	0						(-17)	(-73)	(-17)	(-80)	(-17)
Trên	0,25	-18	-85	-18	-74	-18	0	-67	0	-56	0						(-18)	(-85)	(-18)	(-89)	(-18)
1,4	0,35	-19	-104	-19	-82	-19	0	-85	0	-63	0						-19	-104	-19	-99	-19
đến	0,4	-19	-111	-19	-86	-19	0	-95	0	-67	0						-19	-114	-19	-104	-19
2,8	0,45	-20	-120	-20	-91	-20	0	-100	0	-71	0						-20	-120	-20	-110	-20
	0,25	-18	-85	-18	-74	-18	0	-67	0	-56	0						(-18)	(-85)	(-18)	(-89)	(-18)
	0,35	-19	-104	-19	-86	-19	0	-85	0	-67	0						-19	-104	-19	-104	-19
Trên	0,5	-20	-126	-20	-95	-20	0	-106	0	-75	0	-50	-156	-50	-145	-50	-20	-126	-20	-115	-20
2,8	0,6	-21	-146	-21	-102	-21	0	-125	0	-85	0	-53	-178	-53	-159	-53	-21	-146	-21	-127	-21
đến	0,7	-22	-162	-22	-112	-22	0	-140	0	-90	0	-56	-196	-56	-168	-56	-22	-162	-22	-134	-22
5,6	0,75	-22	-162	-22	-112	-22	0	-140	0	-90	0	-56	-196	-56	-168	-56	-22	-162	-22	-134	-22
	0,8	-24	-174	-24	-119	-24	0	-150	0	-95	0	-60	-210	-60	-178	-60	-24	-174	-24	-142	-24
	0,25	-18	-85	-18	-81	-18	0	-67	0	-63	0						(-18)	(-85)	(-18)	(-99)	(-18)
	0,35	-19	-101	-19	-90	-19	0	-85	0	-71	0						-19	-104	-19	-104	-19
Trên	0,5	-20	-126	-20	-105	-20	0	-106	0	-85	0	-50	-156	-50	-156	-50	-20	-126	-20	-126	-20
5,6	0,75	-22	-162	-22	-122	-22	0	-140	0	-100	0	-56	-196	-56	-181	-56	-22	-162	-22	-147	-22
đến	1	-26	-206	-26	-138	-26	0	-180	0	-112	0	-60	-240	-60	-200	-60	-26	-206	-26	-166	-26
11,2	1,25	-26	-240	-26	-146	-26	0	-212	0	-118	0	-63	-275	-63	-213	-63	-28	-240	-26	-178	-28
	1,5	-32	-268	-32	-164	-32	0	-236	0	-132	0	-67	-303	-67	-237	-67	-32	-268	-32	-202	-32
	0,35	-19	-101	-19	-94	-19	0	-85	0	-75	0						-19	-104	-19	-114	-19
	0,5	-20	-126	-20	-110	-20	0	-106	0	-90	0	-50	-156	-50	-162	-50	-20	-126	-20	-132	-20
Trên	0,75	-22	-162	-22	-128	-22	0	-140	0	-106	0	-56	-196	-56	-188	-56	-22	-162	-22	-154	-22
11,2	1	-26	-206	-26	-144	-26	0	-180	0	-118	0	-60	-240	-60	-210	-60	-26	-206	-26	-176	-26
đến	1,25	-28	-240	-28	-160	-28	0	-212	0	-132	0	-63	-275	-63	-233	-63	-28	-240	-28	-198	-28
22,4	1,5	-32	-268	-32	-172	-32	0	-236	0	-140	0	-67	-303	-67	-247	-67	-32	-268	-32	-212	-32
	1,75	-34	-299	-34	-184	-34	0	-265	0	-190	0	-71	-336	-71	-261	-71	-34	-299-	-34	-224	-34
	2	-38	-318	-38	-198	-38	0	-280	0	-160	0	-71	-351	-71	-271	-71	-38	318	-38	-238	-38
	2,5	-42	-377	-42	-212	-42	0	-335	0	-170	0	-80	-415	-80	-292	-80	-42	-377	-42	-254	-42

(tiếp bảng 2-50).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	0,5	-20	-126	-20	-115	-20	0	-106	0	-95	0	-50	-156	-50	-168	-50	-20	-126	-20	-138	-20
	0,75	-22	-162	-22	-134	-22	0	-140	0	-112	0	-56	-196	-56	-196	-56	-22	-162	-22	-162	-22
Trên	1	-26	-206	-26	-151	-26	0	-180	0	-125	0	-60	-240	-60	-220	-60	-26	-206	-26	-186	-26
22,4	1,5	-32	-268	-32	-182	-32	0	-236	0	-150	0	-67	-303	-67	-257	-67	-32	-268	-32	-222	-32
đến	2	-38	-318	-38	-208	-38	0	-280	0	-170	0	-71	-351	-71	-283	-71	-38	-318	-38	-250	-38
45	3	-48	-423	-48	-248	-48	0	-375	0	-200	0	-85	-460	-85	-335	-85	-48	-423	-48	-298	-48
	3,5	-53	-478	-53	-265	-53	0	-425	0	-212	0	90	-515	-90	-355	-90	-53	-478	-53	-318	-53
	4	-60	-535	-60	-284	-60	0	-475	0	-224	0	-95	-570	-95	-375	-95	-60	-535	-60	-340	-60
	4,5	-63	-563	-63	-299	-63	0	-500	0	-236	0	-100	-600	-100	-400	-100	-63	-563	-63	363	-63
	0,5	-20	-126	-20	-120	-20	0	-106	0	-100	0	-50	-156	-50	-175	-50	-20	-126	-20	-145	-20
	0,75	-22	-162	-22	-140	-22	0	-140	0	-118	0	-56	-196	-56	-206	-56	-22	-162	-22	-172	-22
	1	-26	-206	-26	-166	-26	0	-180	0	-140	0	-60	-240	-60	-240	-60	-26	-206	-26	-206	-26
Trên	1,5	-32	-268	-32	-192	-32	0	-236	0	-160	0	-67	-303	-67	-267	-67	-32	-268	-32	-232	-32
45	2	-38	-318	-38	-218	-38	0	-280	0	-180	0	-71	-351	-71	-295	-71	-38	-318	-38	-262	-38
đến	3	-48	-423	-48	-260	-48	0	-375	0	-212	0	-85	-460	-85	-350	-85	-48	-423	-48	-313	-48
90	4	-60	-535	-60	-296	-60	0	-475	0	-236	0	-95	-570	-95	-395	-95	-60	-535	-60	-360	-60
	5	-71	-601	-71	-321	-71	0	-530	0	-250	0	-100	-636	-100	-421	-100	-71	-601	-71	-386	-71
	5,5	-75	-635	-75	-310	-75	0	-560	0	-265	0	-112	-672	-112	-447	-112	-75	-635	-75	-410	-75
	6	-80	-600	-80	-360	-80	0	-600	0	-280	0	-118	-718	-118	-473	-118	-80	-680	-80	-435	-80
	0,75	-22	-162	-22	-147	-22	0	-140	0	-125	0	-56	-196	-56	-216	-56	-22	-162	-22	-182	-22
	1	-26	-206	-26	-176	-26	0	-180	0	-150	0	-60	-240	-60	-250	-60	-26	-206	-26	-216	-26
Trên	1,5	-32	-268	-32	-202	-32	0	-236	0	-170	0	-67	-303	-67	-279	-67	-32	-268	-32	-244	-32
90	2	-38	-318	-38	-228	-38	0	-280	0	-190	0	-71	-351	-71	-307	-71	-38	-318	-38	-274	-38
đến	3	-48	-423	-48	-272	-48	0	-375	0	-224	0	-85	-460	-85	-365	-85	-48	-423	-48	-388	-48
180	4	-60	-535	-60	-310	-60	0	-475	0	-250	0	-95	-570	-95	-410	-95	-60	-535	-60	-375	-60
	6	-80	-680	-80	-380	-80	0	-600	0	-300	0	-118	-718	-118	-493	-118	-80	-680	-80	-455	-80
	1,5	-32	-268	-32	-212	-32	0	-236	0	-180	0	-67	-303	-67	-291	-67	-32	-268	-32	-256	-32
Trên	2	-38	-318	-38	-250	-38	0	-280	0	-212	0	-71	-351	-71	-336	-71	-38	-318	-38	-303	-38
180	3	-48	-423	-48	-298	-48	0	-375	0	-250	0	-85	-460	-85	-400	-85	-48	-423	-48	-363	-48
đến	4	-60	-535	-60	-340	-60	0	-475	0	-280	0	-95	-570	-95	-450	-95	-60	-535	-60	-415	-60
335	6	-80	-680	-80	-395	-80	0	-600	0	-315	0	-118	-718	-118	-518	-118	-80	-680	-80	-480	-80
Trên 335	2	-38	-318	-38	-262	-38	0	-280	0	-224	0	-71	-351	-71	-351	-71	-38	-318	-38	-318	-38
đến 600	4	-60	-535	-60	-360	-60	0	-475	0	-300	0	-95	-570	-95	-470	-95	-60	-535	-60	-435	-60
	6	-80	-680	-80	-415	-80	0	-600	0	-335	0	-118	-718	-118	-543	-118	-80	-680	-80	-505	-80

(tiếp bảng 2-50).

Đường kính danh nghĩa ren	Bước ren P,mm	Miền dung sai của ren ngoài																			
		7h6h					8g					8h(khi P>0,8 mm) 8h6h(khi P< 0,8 mm					9g8g				
		Đường kính ren, mm																			
		d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2		d_1
		Sai lệch giới hạn, µm																			
d, mm		es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
từ 1	0,2	0	-56	0	-60	0						0	-56	0	-75	0					
đến1,4	0,25	0	-67	0	-67	0						0	-67	0	-85	0					
	0,3	0	-75	0	-71	0						0	-75	0	-90	0					
	0,2	0	-56	0	-63	0						0	-56	0	-80	0					
Trên	0,25	0	-67	0	-71	0						0	-67	0	-90	0					
1,4	0,35	0	-85	0	-80	0						0	-85	0	-100	0					
đến	0,4	0	-95	0	-85	0						0	-95	0	-106	0					
2,8	0,45	0	-100	0	-90	0						0	-100	0	-112	0					
	0,25	0	-67	0	-71	0															
	0,35	0	-85	0	-85	0									-106						
Trên	0,5	0	-106	0	-95	0						0	-106	0	-118	0					
2,8	0,6	0	-125	0	-106	0						0	-125	0	-132	0					
đến	0,7	0	-140	0	-112	0						0	-140	0	-140	0					
5,6	0,75	0	-140	0	-112	0						0	-140	0	-140	0					
	0,8	0	-150	0	-118	0	-24	-260	-24	-174	-24	0	-236	0	-150	0	-24	-260	-24	-214	-24
	0,25	0	-67	0	-80	0															
Trên	0,35	0	-85	0	-90	0															
5,6	0,5	0	-106	0	-106	0						0	-106	0	-132	0					
đến	0,75	0	-140	0	-125	0						0	-140	0	-160	0					
11,2	1	0	-180	0	-140	0	-26	-306	-26	-206	-26	0	-280	0	-180	0	-26	-306	-26	-250	-26
	1,25	0	-212	0	-150	0	-28	-363	-28	-218	-28	0	-335	0	-190	0	-28	-363	-28	-264	-28
	1,5	0	-236	0	-170	0	-32	-407	-32	-244	-32	0	-375	0	-212	0	-32	-407	-32	-297	-32
	0,35	0	-85	0	-95	0															
	0,5	0	-106	0	-112	0						0	-106	0	-140	0					
Trên	0,75	0	-140	0	-132	0						0	-140	0	-170	0					
11,2	1	0	-180	0	-150	0	-26	-306	-26	-216	-26	0	-280	0	-190	0	-26	-306	-26	-262	-26
đến	1,25	0	-212	0	-170	0	-28	-363	-28	-240	-28	0	-335	0	-212	0	-28	-363	-28	-293	-28
22,4	1,5	0	-236	0	-180	0	-32	-407	-32	-256	-32	0	-375	0	-224	0	-32	-407	-32	-312	-32
	1,75	0	-265	0	-190	0	-34	-459	-34	-270	-34	0	-425	0	-236	0	-34	-459	-34	-334	-34
	2	0	-280	0	-200	0	-38	-488	-38	-288	-38	0	-450	0	-250	0	-38	-488	-38	-353	-38
	2,5	0	-335	0	-212	0	-42	-572	-42	-307	-42	0	-530	0	-265	0	-42	-572	-42	-377	-42

(tiếp bảng 2-50).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	0,5	0	-106	0	-118	0															
	0,75	0	-140	0	-140	0						0	-140	0	-180	0					
Trên	1	0	-180	0	-160	0	-26	-306	-26	-226	-26	0	-280	0	-200	0	-26	-306	-26	-276	-26
22,4	1,5	0	-236	0	-190	0	-32	-407	-32	-268	-32	0	-375	0	-236	0	-32	-407	-32	-332	-32
đến 45	2	0	-280	0	-212	0	-38	-488	-38	-373	-38	0	-450	0	-265	0	-38	-488	-38	-373	-38
	3	0	-375	0	-250	0	-48	-648	-48	-363	-48	0	-600	0	-315	0	-48	-648	-48	-448	-48
	3,5	0	-425	0	-265	0	-53	-723	-53	-388	-53	0	-670	0	-355	0	-53	-723	-53	-478	-53
	4	0	-475	0	-280	0	-60	-810	-60	-415	-60	0	-750	0	-355	0	-60	-810	-60	-510	-60
	4,5	0	-500	0	-300	0	-63	-863	-63	-438	-63	0	-800	0	-375	0	-63	-863	-63	-538	-63
	0,5	0	-106	0	-125	0															
	0,75	0	-140	0	-130	0															
	1	0	-180	0	-180	0	-26	-306	-26	-250	-26	0	-280	0	-224	0	-26	-306	-26	-306	-26
Trên	1,5	0	-236	0	-200	0	-32	-407	-32	-282	-32	0	-375	0	-250	0	-32	-407	-32	-347	-32
45	2	0	-280	0	-224	0	-38	-488	-38	-318	-38	0	-450	0	-280	0	-38	-488	-38	-393	-38
đến	3	0	-375	0	-265	0	-48	-648	-48	-383	-48	0	-600	0	-335	0	-48	-648	-48	-473	-48
90	4	0	-475	0	-300	0	-60	-810	-60	-435	-60	0	-750	0	-375	0	-60	-810	-60	-535	-60
	5	0	-530	0	-315	0	-71	-921	-71	-471	-71	0	-850	0	-400	0	-71	-921	-71	-571	-71
	5,5	0	-560	0	-335	0	-75	-975	-75	-500	-75	0	-900	0	-425	0	-75	-975	-75	-605	-75
	0,75	0	-140	0	-160	0															
	1	0	-180	0	-190	0															
Trên	1,5	0	-236	0	-212	0	-32	-407	-32	-297	-32	0	-375	0	-265	0	-32	-407	-32	-367	-32
90	2	0	-280	0	-236	0	-38	-488	-38	-338	-38	0	-450	0	-300	0	-38	-488	-38	-413	-38
đến	3	0	-375	0	-280	0	-48	-648	-48	-403	-48	0	-600	0	-355	0	-48	-648	-48	-498	-48
180	4	0	-475	0	-315	0	-60	-810	-60	-460	-60	0	-750	0	-400	0	-60	-810	-60	-560	-60
	6	0	-600	0	-375	0	-80	-1030	-80	-555	-80	0	-950	0	-475	0	-80	-1030	-80	-680	-80
	1,5	0	-236	0	-224	0	-32	-407	-32	-312	-32	0	-375	0	-280	0	-32	-407	-32	-387	-32
Trên	2	0	-280	0	-265	0	-38	-488	-38	-373	-38	0	-450	0	-335	0	-38	-488	-38	-463	-38
180	3	0	-375	0	-315	0	-48	-648	-48	-448	-48	0	-600	0	-400	0	-48	-648	-48	-548	-48
đến	4	0	-475	0	-355	0	-60	-810	-60	-510	-60	0	-750	0	-450	0	-60	-810	-60	-620	-60
335	6	0	-600	0	-400	0	-80	-1030	-80	-580	-80	0	-930	0	-500	0	-80	-1030	-80	-710	-80
Trên 335	2	0	-280	0	-280	0	-38	-488	-38	-393	-38	0	-450	0	-355	0	-38	-488	-38	-488	-38
đến 600	4	0	-475	0	-375	0	-60	-810	-60	-535	-60	0	-750	0	-475	0	-60	-810	-60	-660	-60
	6	0	-600	0	-425	0	-80	-1030	-80	-610	-80	0	-950	0	-530	0	-80	-1030	-80	-750	-80

Chú thích : 1. Sai lệch dưới của đường kính d_1 không được quy định, nhưng được gián tiếp bảo đảm bởi hình dáng của đáy ren ngoài.
2. Không nên sử dụng những sai lệch trong dấu ngoặc.

Bảng 2-51. *Sai lệch giới hạn kích thước ren trong TCVN 1917-93*

Đường kính danh nghĩa ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai của ren trong														
		6G					6H					7G				
		Đường kính ren, mm														
		D	D_2		D_1		D	D_2		D_1		D	D_2		D_1	
		Sai lệch giới hạn, µm														
		EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
từ 1 đến 1,4	0,2	+17	+80	+17	+77	+17	0	+63	0	+60	0					
	0,25	+18	+89	+18	+89	+18	0	+71	0	+71	0					
	0,3	+18	+93	+18	+103	+18	0	+75	0	+85	0					
Trên 1,4 đến 2,8	0,2	+17	+81	+17	+77	+17	0	+67	0	+60	0					
	0,25	+18	+93	+18	+89	+18	0	+75	0	+71	0					
	0,35	+19	+104	+19	+119	+19	0	+85	0	+100	0					
	0,4	+19	+109	+19	+131	+19	0	+90	0	+112	0					
	0,45	+20	+115	+20	+145	+20	0	+95	0	+125	0					
Trên 2,8 đến 5,6	0,25	+18	+93	+18	+89	+18	0	+75	0	+71	0					
	0,35	+19	+109	+19	+119	+19	0	+90	0	+100	0					
	0,5	+20	+120	+20	+160	+20	0	+100	0	+140	0	+20	+145	+20	+200	+20
	0,6	+21	+130	+21	+181	+21	0	+112	0	+160	0	+21	+161	+21	+221	+21
	0,7	+22	+140	+22	+202	+22	0	+116	0	+180	0	+22	+172	+22	+246	+22
	0,75	+22	+140	+22	+212	+22	0	+118	0	+190	0	+22	+172	+22	+258	+22
	0,8	+24	+149	+24	+224	+24	0	+125	0	+200	0	+24	+184	+24	+274	+24
Trên 5,6 đến 11,2	0,25	+18	103	+18	+89	+18	0	+85	0	+71	0					
	0,35	+19	+114	+19	+119	+19	0	+95	0	+100	0					
	0,5	+20	+132	+20	+160	+20	0	+112	0	+140	0	+20	+460	+20	+200	+20
	0,75	+22	+154	+22	+212	+22	0	+132	0	+190	0	+22	+492	+22	+258	+22
	1	+26	+176	+26	+262	+26	0	+156	0	+236	0	+26	+216	+26	+226	+26
	1,25	+28	+176	+28	+293	+28	0	+160	0	+265	0	+28	+228	+28	+363	+28
	1,5	+32	+212	+32	+332	+32	0	+180	0	+300	0	+32	+256	+32	+407	+32
Trên 11,2 đến 22,4	0,35	+19	+119	+19	+119	+19	0	+100	0	+100	0					
	0,5	+20	+138	+20	+160	+20	0	+118	0	+110	0	+20	+170	+20	200	+20
	0,75	+22	+162	+22	+212	+22	0	+140	0	+190	0	+22	+202	+22	+258	+22
	1	+26	+186	+26	+262	+26	0	+160	0	+236	0	+26	+226	+26	+226	+26
	1,25	+28	+208	+28	+293	+28	0	+180	0	+265	0	+28	+252	+28	+363	+28
	1,5	+32	+222	+32	+332	+32	0	+190	0	+300	0	+32	+268	+32	+407	+32
	1,75	+34	+234	+34	+369	+34	0	+200	0	+335	0	+34	+284	+34	+459	+34
	2	+38	+250	+38	+413	+38	0	+212	0	+357	0	+38	+303	+38	+513	+38
	2,5	+42	+266	+42	+492	+42	0	+224	0	+450	0	+42	+322	+42	+602	+42

(tiếp bảng 2-51)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Trên 22,4 đến 45	0,5	+20	+145	+20	+160	+20	0	+125	0	+140	0					
	0,75	+22	+172	+22	+212	+22	0	+150	0	+190	0	+22	+212	+22	+258	+22
	1	+26	+196	+26	+262	+26	0	+170	0	+238	0	+26	+238	+26	+326	+26
	1,5	+32	+232	+32	+332	+32	0	+200	0	+300	0	+32	+282	+32	+407	+32
	2	+38	+262	+38	+413	+38	0	+224	0	+375	0	+38	+318	+38	+513	+38
	3	+48	+313	+48	+548	+48	0	+265	0	+500	0	+48	+383	+48	+678	+48
	3,5	+53	+333	+53	+613	+53	0	+280	0	+560	0	+53	+408	+53	+763	+53
	4	+60	+360	+60	+660	+60	0	+300	0	+600	0	+60	+435	+60	+810	+60
	4,5	+63	+378	+68	+753	+63	0	+315	0	+670	0	+63	+463	+63	+913	+63
Trên45 đến 90	0,5	+20	+152	+20	+160	+20	0	+132	0	+140	0					
	0,75	+22	+182	+22	+212	+22	0	+160	0	+190	0					
	1	+26	+216	+26	+262	+26	0	+190	0	+236	0					
	1,5	+32	+244	+32	+332	+32	0	+212	0	+375	0	+32	+297	+32	+326	+32
	5	+71	+406	+71	+781	+71	0	+335	0	+710	0	+71	+496	+71	+971	+71
	5,5	+75	+430	+75	+825	+75	0	+355	0	+758	0	+75	+525	+75	+1025	+75
	6	+80	+455	+80	+880	+80	0	+375	0	+800	0	+80	+555	+80	+1080	+80
Trên 90 đến 180	0,75	+22	+192	+22	+212	+22	0	+170	0	+190	0					
	1	+26	+226	+26	+262	+26	0	+200	0	+236	0	+26	+276	+26	+326	+26
	1,5	+32	+256	+32	+332	+32	0	+224	0	+300	0	+32	+312	+32	+407	+32
	2	+38	+288	+38	+413	+38	0	+250	0	+375	0	+38	+353	+38	+513	+38
	3	+48	+348	+48	+548	+48	0	+300	0	+500	0	+48	+423	+48	+678	+48
	4	+60	+395	+60	+660	+60	0	+335	0	+600	0	+60	+485	+60	+810	+60
	6	+80	+480	+80	+880	+80	0	+400	0	+800	0	+80	+580	+80	+1080	+80
Trên 180 đến 335	1,5	+32	+268	+32	+332	+32	0	+236	0	+300	0	+32	+332	+32	+407	+32
	2	+38	+318	+38	+413	+38	0	+200	0	+375	0	+38	+393	+38	+513	+38
	3	+48	+383	+48	+548	+48	0	+335	0	+500	0	+48	+473	+48	+678	+48
	4	+60	+435	+60	+660	+60	0	+375	0	+600	0	+60	+535	+60	+810	+60
	6	+80	+505	+80	+880	+80	0	+422	0	+800	0	+80	+610	+80	+1080	+80
Trên 335 đến 600	2	+38	+338	+38	+413	+38	0	+200	0	+375	0	+38	+413	+38	+513	+38
	4	+60	+460	+60	+660	+60	0	+400	0	+600	0	+60	+560	+60	+810	+60
	6	+80	+530	+80	+880	+80	0	+450	0	+800	0	+80	+640	+80	+1080	+80

(tiếp bảng 2-51)

Đường kính danh nghĩa ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai của ren trong														
		7H					8G					8H				
		Đường kính ren, mm														
		D	D_2		D_1		D	D_2		D_1		D	D_2		D_1	
		Sai lệch giới hạn, µm														
		EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
từ 1 đến 1,4	0,2 0,25 0,3															
Trên 1,4 đến 2,8	0,2 0,25 0,35 0,4 0,45															
Trên 2,8 đến 5,6	0,25 0,35 0,5 0,6 0,7 0,75 0,8	0 0 0 0 0	+125 +140 +150 +150 +160	0 0 0 0 0	+180 +200 +224 +238 +250	0 0 0 0 0	+24	+224	+24	+ + + + +339	+24	+ + + + 0	+ + + + +200	+ + + + 0	+ + + + +315	
Trên 5,6 đến 11,2	0,25 0,35 0,5 0,75 1 1,25 1,5	0 0 0 0 0 0 0	+140 +170 +190 +200 +224	0 0 0 0 0	+180 +236 +300 +335 +375	0 0 0 0 0	+26 +38 +42	+262 +278 +312	+26 +28 +32	+401 +453 +507	+26 +38 +42	0 0 0	+236 +250 +260	0 0 0	+375 +425 +475	0 0 0
Trên 11,2 đến 22,4	0,35 0,5 0,75 1 1,25 1,5 1,75 2 2,5	0 0 0 0 0 0 0 0 0	+150 +180 +200 +224 +236 +250 +265 +280	0 0 0 0 0 0 0 0 0	+180 +236 +300 +335 +375 +425 +475 +560	0 0 0 0 0 0 0 0 0	+26 +28 +32 +34 +38 +42	+276 +308 +332 +349 +573 +397	+26 +28 +32 +34 +38 +42	+401 +453 +507 +564 +638 +752	+26 +28 +32 +34 +38 +42	0 0 0 0 0 0	+250 +280 +300 +315 +335 +355	0 0 0 0 0 0	+375 +425 +475 +530 +600 +710	0 0 0 0 0 0

(tiếp bảng 2-51)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	0,5															
	0,75	0	+190	0	+239	0										
Trên	1	0	+212	0	+300	0	+26	+291	+26	+401	+26	0	+265	0	+375	0
22,4	1,5	0	+250	0	+375	0	+32	+374	+32	+507	+32	0	+315	0	+475	0
đến 45	2	0	+280	0	+475	0	+38	+357	+38	+638	+38	0	+355	0	+600	0
	3	0	+335	0	+630	0	+48	+473	+48	+848	+48	0	+425	0	+800	0
	3,5	0	+355	0	+710	0	+53	+503	+53	+953	+53	0	+450	0	+900	0
	4	0	+375	0	+750	0	+60	+535	+60	+1010	+60	0	+475	0	+950	0
	4,5	0	+400	0	+850	0	+63	+565	+63	+1123	+63	0	+500	0	+1060	0
	0,5															
	0,75															
	1	0	+236	0	+300	0	+26	+327	+26	+401	+26	0	+300	0	+375	0
Trên45	1,5	0	+265	0	+375	0	+32	+367	+32	+507	+32	0	+355	0	+475	0
đến 90	2	0	+300	0	+475	0	+38	+413	+38	+638	+38	0	+375	0	+600	0
	3	0	+355	0	+630	0	+48	+498	+48	+848	+48	0	+450	0	+800	0
	4	0	+400	0	+730	0	+60	+560	+60	+1010	+60	0	+500	0	+950	0
	5	0	+455	0	+900	0	+71	+601	+71	+1191	+71	0	+530	0	+1120	0
	5,5	0	+450	0	+950	0	+75	+535	+75	+1255	+75	0	+560	0	+1180	0
	6	0	+475	0	+1000	0	+80	+680	+80	+1330	+80	0	+600	0	+1250	0
	0,75															
	1	0	+250	0	+300	0										
Trên 90	1,5	0	+280	0	+375	0	+32	+378	+32	+507	+32	0	+355	0	+475	0
đến 180	2	0	+315	0	+475	0	+38	+438	+38	+638	+38	0	+400	0	+600	0
	3	0	+375	0	+630	0	+48	+523	+48	+848	+48	0	+475	0	+800	0
	4	0	+425	0	+750	0	+60	+590	+60	+1010	+60	0	+530	0	+950	0
	6	0	+500	0	+1000	0	+80	+710	+80	+1330	+80	0	+630	0	+1250	0
	1,5	0	+300	0	+375	0	+32	+407	+32	+507	+32	0	+375	0	+475	0
Trên	2	0	+355	0	+475	0	+38	+483	+38	+638	+38	0	+400	0	+600	0
180	3	0	+123	0	+630	0	+48	+578	+48	+848	+48	0	+538	0	+800	0
đến 335	4	0	+475	0	+750	0	+60	+660	+60	+1010	+60	0	+660	0	+950	0
	6	0	+530	0	+1000	0	+80	+750	+80	+1330	+80	0	+670	0	+1250	0
Trên	2	0	+375	0	+475	0	+38	+513	+38	+638	+38	0	+475	0	+600	0
335	4	0	+560	0	+750	0	+60	+690	+60	+1010	+60	0	+630	0	+950	0
đến 600	6	0	+560	0	+1000	0	+80	+790	+80	+1330	+80	0	+710	0	+1250	0

Lắp ghép ren trung gian

Bảng 2-52. *Chiều dài văn ren - TCVN 2249-93*

Vật liệu của chi tiết có ren trong	Chiều dài vặn ren
Thép	Từ 1d đến 1,25 d
Gang	Từ 1,25d đến 1, 5 d
Hợp kim nhôm và hợp kim manhê	Từ 1,5d đến 2 d

Bảng 2-53. *Miền dung sai và lắp ghép - TCVN 2249-93*

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Vật liệu của chi tiết có ren trong	Miền dung sai		Lắp ghép
		Ren ngoài	Ren trong	
Từ 5 đến 16	Thép	$\frac{4jk}{2m}$	$\frac{4H6H}{3H6H}$	$\frac{4H6H}{4jk}$; $\frac{3H6H}{2m}$
	Gang, hợp kim nhôm, và hợp kim magiê	$\frac{4jk}{2m}$	$\frac{5H6H}{3H6H}$	$\frac{5H6H}{4jk}$; $\frac{3H6H}{2m}$
Từ 18 đến 30	Thép	$\frac{4jk}{2m}$	$\frac{4H6H}{3H6H}$	
	Gang, hợp kim nhôm, và hợp kim magiê	$\frac{4j}{2m}$	$\frac{5H6H}{3H6H}$	$\frac{5H6H}{4j}$; $\frac{3H6H}{2m}$
Từ 18 đến 30	Thép,gang, hợp kim nhôm và hợp kim magiê	4jh	5H6H	$\frac{5H6H}{4jh}$

Bảng 2-54. *Sai lệch giới hạn đường kính ren ngoài*

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren p mm	Miền dung sai							
		4jh				4j			
		Đường kính của ren							
		d		d_2		d		d_2	
		Sai lệch giới hạn, µm							
		es	ei	es	ei	es	ei	es	ei
>2,8 ÷5,6	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-
>5,6 ÷11,2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,25	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-
>11,2÷22,4	1,25	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,5	-	-	-	-	-32	-268	+49	-41
	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-38	-318	+53	-47
	2,5	-	-	-	-	-42	-377	+54	-52
>22,4÷45	2	-38	-318	+4	-102	-38	-318	+59	-47
	3	-48	-433	+12	-113	-48	-433	+67	-58
	3,5	-53	-478	+14	-118	-53	-478	+68	-64
	4	-60	-535	+16	-124	-	-	-	-
	4,5	-63	-563	+20	-130	-	-	-	-

(tiếp bảng 2-54)

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P mm	Miền dung sai							
		4jk				2m			
		Đường kính của ren							
		d		d_2		d		d_2	
		Sai lệch giới hạn, µm							
		es	ei	es	ei	es	ei	es	ei
>2,8 ÷5,6	0,8	-24	-174	+51	-9	-24	-174	+62	+24
>5,6 ÷11,2	1	-26	-206	+60	-11	-26	-206	+71	+26
	1,25	-28	-240	+61	-14	-28	-240	+75	+28
	1,5	-32	-268	+69	-16	-32	-268	+85	+32
>11,2÷22,4	1,25	-28	-240	+71	-14	-28	-240	+85	+28
	1,5	-32	-268	+74	-16	-32	-268	+85	+32
	1,75	-34	-299	+76	-19	-34	-299	+94	+34
	2	-38	-318	+78	-22	-38	-318	+102	+38
	2,5	-	-	-	-	-42	-377	+110	+42
>22,4÷45	2	-	-	-	-	-38	-318	+106	+38
	3	-	-	-	-	-48	-433	+128	+48
	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-
	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-

- Lắp ghép ren có độ dôi

Bảng 2-55. *Chiều dài vặn ren - TCVN 2250-93*

Vật liệu của chi tiết có ren trong	Chiều dài vặn ren
Thép	Từ 1d đến 1,25 d
Gang	Từ 1,25d đến 1, 5 d
Hợp kim nhôm và hợp kim manhê	Từ 1,5d đến 2 d

Bảng 2-56. *Cấp chính xác và sai lệch cơ bản - TCVN 2250-93*

Dạng ren	Đường kính của ren	Sai lệch cơ bản khi bước ren , P mm		Cấp chính xác
		Đến 1,25d	> 1,25 d	
Ren ngoài	Ngoài d	e	c	6
	Trung bình d_2	n; p; r		2; 3
Ren trong	Ngoài D	H		
	Trung bình D_2	H		2
	Trong D_1	D	C	4; 5

Bảng 2-57. *Miền dung sai và lắp ghép, TCVN 2250-93*

Vật liệu của chi tiết có ren trong	Miền dung sai			Lắp ghép		Điều kiện phụ của lắp ráp
	Ren ngoài	Ren trong				
		Đối với bước ren P, mm		Đối với bước ren P, mm		
		Đến 1,25	>1,25	Đến 1,25	>1,25	
Gang và hợp kim nhôm	2r	2H5D	2H5C	$\frac{2H5D}{2r}$	$\frac{2H5C}{2r}$	-
Gang, hợp kim nhôm, hợp kim manhê	3P(2)	2H5D(2)	2H5C(2)	$\frac{2H5D(2)}{3P(2)}$	$\frac{2H5C(2)}{3P(2)}$	Phân thành 2 nhóm
Thép, hợp kim bền cao và hợp kim titan	3n(3)	2H4D(3)	2H4C(3)	$\frac{2H4D(3)}{3n(3)}$	$\frac{2H4C(3)}{3n(3)}$	Phân thành 3nhóm

Bảng 2-58. *Sai lệch giới hạn đường kính ren trong.*

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	P ren P (mm)	Miền dung sai														
		3H6H					4H6H					5H6H				
		Đường kính của ren, mm														
		D	D_2		D_1		D	D_2		D_1		D	D_2		D_1	
		Sai lệch giới hạn µm														
		EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI
>2,8 ÷ 5,6	0,8	0	+65	0	+200	0	0	+80	0	+200	0	0	+100	0	+200	0
>5,6 ÷ 11,2	1	0	+76	0	+236	0	0	+95	0	+236	0	0	+118	0	+236	0
	1,25	0	+80	0	+265	0	0	+100	0	+265	0	0	+125	0	+265	0
	1,5	0	+90	0	+300	0	0	+112	0	+300	0	0	+140	0	+300	0
>11,2÷ 22,4	1,25	0	+90	0	+265	0	0	+112	0	+265	0	0	+140	0	+265	0
	1,5	0	+95	0	+300	0	0	+118	0	+300	0	0	+150	0	+300	0
	1,75	0	+102	0	+335	0	0	+125	0	+335	0	0	+160	0	+335	0
	2	0	+109	0	+375	0	0	+132	0	+375	0	0	+170	0	+375	0
	2,5	0	+116	0	+450	0	0	+140	0	+450	0	0	+180	0	+450	0
>22,4÷ 45	2	0	+116	0	+375	0	0	+140	0	+375	0	0	+180	0	+375	0
	3	0	+136	0	+500	0	0	+170	0	+500	0	0	+212	0	+500	0
	3,5				+560	0	0	+180	0	+560	0	0	+224	0	+560	0
	4											0	+236	0	+600	0
	4,5											0	+250	0	+670	0

Bảng 2-59. *Sai lệch giới hạn đối với lắp ghép* $\frac{2H5D}{2r}; \frac{2H5C}{2r}$

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	P ren P (mm)	Ren ngoài				Ren trong				
		Đường kính của ren								
		d		d_2		D		D_2		D_1
		Sai lệch giới hạn µm								
		es	ei	es	ei	EI	ES	EI	ES	EI
>2,8 ÷ 5,6	0,8	-60	-210	+109	+71	0	+50	0	+250	+90
>5,6 ÷ 11,2	1	-60	-240	+125	+80	0	+60	0	+280	+90
	1,25	-63	-275	+133	+85	0	+73	0	+307	+95
	1,5	-140	-376	+148	+95	0	+71	0	+376	+140
>11,2÷ 22,4	1,25	-63	-275	+138	+85	0	+71	0	+307	+95
	1,5	-140	-376	+151	+95	0	+75	0	+376	+140
	1,75	-145	-410	+165	+105	0	+80	0	+410	+145
	2	-150	-430	+173	+110	0	+85	0	+450	+150
	2,5	-160	-505	+197	+130	0	+90	0	+515	+160
>22,4÷ 45	2	-150	-430	+177	+110	0	+90	0	+450	+150
	3	-170	-545	+220	+140	0	+106	0	+570	+170

Bảng 2-60. *Sai lệch giới hạn đối với lắp ghép* $\frac{2H5D(2)}{3P(2)}; \frac{2H5C(2)}{3P(2)}$

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P (mm)	Ren ngoài					Ren trong					
		Đường kính của ren										
		d		d_2			D		D_2			D_1
		Sai lệch giới hạn µm										
		es	ei	es	—	ei	EI	ES	—	EI	ES	EI
>2,8 ÷ 5,6	0,8	-60	-210	+90	+72	+48	0	+50	+25	0	+250	+90
>5,6 ÷ 11,2	1	-60	-240	+109	+81	+53	0	+60	+30	0	+280	+90
	1,25	-60	-275	+116	+86	+56	0	+63	+31	0	+307	+95
	1,5	-140	-376	+130	+96	+63	0	+71	+35	0	+376	+140
>11,2÷ 22,4	1,25	-63	-275	+123	+89	+56	0	+71	+35	0	+307	+95
	1,5	-140	-376	+134	+98	+63	0	+75	+37	0	+376	+140
	1,75	-145	-410	+142	+104	+67	0	+80	+40	0	+410	+145
	2	-150	-430	+155	+115	+75	0	+85	+42	0	+450	+150
	2,5	-160	-505	+170	+127	+85	0	+90	+45	0	+515	+160
>22,4(45	2	-150	-430	+160	+117	+75	0	+90	+45	0	+450	+150
	3	-170	-545	+195	+145	+95	0	+106	+53	0	+570	+170

Bảng 2-61. *Sai lệch giới hạn đối với lắp ghép* $\frac{2H4D(3)}{3n(3)}; \frac{2H4C(3)}{3n(3)}$

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P (mm)	Ren ngoài						Ren trong						
		Đường kính của ren												
		d		d_2				D	D_2			D_1		
		Sai lệch giới hạn µm												
		es	ei	es	Giới hạn nhóm		ei	EI	ES	Giới hạn nhóm		EI	ES	EI
					II, I	III, II				II, I	II, III			
>2,8 ÷ 5,6	0,8	-60	-210	+82	+66	+50	+31	0	+50	+33	+16	0	+250	+90
>5,6 ÷ 11,2	1	-60	-240	+94	+75	+56	+38	0	+60	+40	+20	0	+280	+90
	1,25	-63	-275	+102	+82	+62	+42	0	+73	+42	+21	0	+307	+95
	1,5	-140	-376	+112	+89	+67	+45	0	+71	+47	+23	0	+376	+140
>11,2÷ 22,4	1,25	-63	-275	+109	+86	+64	+42	0	+71	+40	+23	0	+307	+95
	1,5	-140	-376	+116	+91	+68	+45	0	+75	+50	+25	0	+376	+140
	1,75	-145	-410	+125	+100	+75	+50	0	+80	+54	+27	0	+410	+145
	2	-150	-430	+134	+106	+79	+53	0	+85	+56	+28	0	+450	+150
	2,5	-160	-505	+147	+119	+91	+63	0	+90	+60	+30	0	+515	+160
>22,4÷ 45	2	-150	-430	+139	+100	+81	+53	0	+90	+60	+30	0	+450	+150
	3	-170	-545	+170	+137	+104	+71	0	+106	+70	+35	0	+570	+170

Bảng 2-62. *Sai lệch giới hạn đối với lắp ghép* $\frac{3H6H}{3p}; \frac{3H6H}{3n}$

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P (mm)	d		Ren ngoài				Ren trong				
				Đường kính của ren								
				d_2				D	D_2		D_1	
				Miền dung sai								
				3p		3n						
				Sai lệch giới hạn µm								
		es	ei	es	ei	es	ei	EI	ES	EI	ES	EI
>2,8 ÷ 5,6	0,8	-60	-240	+96	+48	+82	+34	0	+65	0	+200	0
>5,6 ÷ 11,2	1	-60	-240	+109	+53	+94	+38	0	+76	0	+236	0
	1,25	-63	-275	+116	+56	+102	+42	0	+80	0	+265	0
	1,5	-140	-376	+130	+63	+112	+45	0	+90	0	+300	0
>11,2÷ 22,4	1,25	-63	-275	+116	+56	+102	+42	0	+80	0	+265	0
	1,5	-140	-376	+134	+63	+116	+45	0	+95	0	+300	0
	1,75	-145	-410	+142	+67	+125	+50	0	+102	0	+335	0
	2	-150	-430	+155	+75	+131	+53	0	+109	0	+375	0
	2,5	-160	-505	+170	+85	+147	+63	0	+116	0	+450	0
>22,4÷ 45	2	-150	-430	+160	+75	+139	+53	0	+116	0	+375	0
	3	-170	-545	+195	+95	+170	+71	0	+136	0	+550	0

Bảng 2-63. *Cấp chính xác và sai lệch cơ bản, TCVN 2255-77 (Ren hình thang)*

Dạng ren	Đường kính	Sai lệch cơ bản(es, EI)	Cấp chính xác
Vít	Ngoài	h	4
	Trung bình	c, e, g	7, 8, 9, 10
	Trong	h	7, 8, 9, 10
Đai ốc	Ngoài	H	-
	Trung bình	H	7, 8, 9
	Trong	H	4

Bảng 2-64. *Giá trị sai lệch cơ bản (ren hình thang)*

Bước ren P, mm	Vít				Đai ốc	
	Đường kính trung bình (d_2)			Đường kính ngoài trong (d_1, d_3)	Đường kính ngoài D trung bình D_2, trong D_1	
	ES				EI	
	c	e	g	h	H	
	μm					
2	-150	-71	-38	0	0	
3	-170	-85	-48	0	0	
4	-190	-95	-60	0	0	
5	-212	-106	-71	0	0	
6	-236	-118	-80	0	0	
8	-265	-132	-85	0	0	
10	-300	-150	-96	0	0	
12	-335	-170	-115	0	0	
16	-375	-190	-130	0	0	
20	-425	-212	-145	0	0	
24	-475	-236	-165	0	0	
32	-530	-265	-195	0	0	
40	-600	-300	-225	0	0	
48	-670	-335	-250	0	0	

Bảng 2-65. *Miền dung sai ren (ren hình thang)*

Loại chính xác	Vít		Đai ốc	
	Chiều dài vặn ren			
	N	L	N	L
	Miền dung sai ren			
Chính xác	7e , 7g	8e	7H	8H
Trung bình	8c , 8e	9c	8H	9H
Thô	9c	10c	9H	9H

Bảng 2-66. *Dung sai đường kính trung bình(ren hình thang)*

Đường kính danh nghĩa của ren d , mm		Bước ren p mm	Vít				Đai ốc		
			Đường kính trung bình				Đường kính trung bình		
			Cấp chính xác						
Lớn hơn	Đến		7	8	9	10	7	8	9
			Dung sai Td_2, μm				Dung sai TD_2, μm		
9,9	11,2	2	190	236	300	375	250	315	400
		3	212	265	335	425	280	355	450
11,2	22,4	2	200	250	315	400	265	335	425
		3	224	280	355	450	300	375	475
		4	265	335	425	530	355	450	560
22,4	45	2	212	265	335	425	210	355	450
		3	250	315	400	500	335	425	530
		5	300	375	475	600	400	500	630
		6	335	425	530	670	450	560	710
		8	375	475	600	750	500	630	800
		10	400	500	630	800	530	670	850
		12	425	530	670	850	560	710	900
45	90	3	265	335	425	530	355	450	560
		4	300	375	475	600	400	500	630
		5	335	425	530	670	450	560	710
		8	400	500	630	800	530	670	850
		10	425	530	670	850	560	710	900
		12	475	600	750	950	630	800	1000
		16	530	670	850	1060	710	900	1120
		20	560	710	900	1120	750	950	1180
90	180	5	355	450	560	710	475	600	750
		6	375	475	600	750	500	630	800
		8	425	530	670	850	560	710	900
		12	500	630	800	1000	670	850	1060
		16	560	710	900	1120	750	950	1180
		20	600	750	950	1180	800	1000	1250
		24	670	850	1060	1320	900	1120	1400
		32	750	950	1180	1500	1000	1250	1600
180	355	10	500	630	800	1000	670	850	1060
		12	530	670	850	1060	710	900	1120
		20	670	850	1060	1320	900	1120	1400
		24	710	900	1120	1400	950	1180	1500
		32	800	1000	1250	1600	1060	1320	1700
		40	850	1060	1320	1700	1120	1400	1800
		48	950	1180	1500	1900	1250	1500	2000

Bảng 2-67. *Dung sai đường kính trong của vít (ren hình thang)*

Đường kính danh nghĩa của ren d , mm		Bước ren p mm	Vít			
			Đường kính trong			
			Cấp chính xác			
			7	8	9	10
Lớn hơn	Đến		Dung sai Td_3, µm			
9,9	11,2	2	310	440	520	620
		3	350	500	590	700
11,2	22,4	2	320	460	540	650
		3	370	520	610	730
		4	420	610	720	860
22,4	45	2	340	480	570	680
		3	400	570	670	800
		5	480	680	810	960
		6	540	770	900	1090
		8	600	860	1020	1220
		10	650	920	1090	1300
		12	690	1000	1190	1400
45	90	3	420	590	700	840
		4	470	660	780	940
		5	530	740	880	1070
		8	630	890	1050	1260
		10	680	960	1140	1360
		12	750	1080	1270	1520
		16	850	1210	1440	1600
		20	910	1320	1550	1820
90	180	5	550	770	930	1120
		6	590	830	990	1190
		8	660	930	1100	1320
		12	790	1120	1340	1580
		16	890	1260	1500	1780
		20	960	1360	1610	1920
		24	1070	1540	1800	2180
		32	1200	1720	2000	2430
180	355	10	780	1090	1300	1550
		12	820	1170	1400	1660
		20	1050	1490	1750	2120
		24	1120	1600	1880	2280
		32	1270	1780	2090	2530
		40	1360	1920	2250	2700
		48	1520	2140	2510	3070

Chú thích: Dung sai T_{d3} đối với cấp chính xác 7 được tính từ sai lệch cơ bản "e", còn đối với các cấp chính xác khác từ sai lệch cơ bản "c".

Bảng 2-68. *Dung sai đường kính ngoài vít và đường kính trong đai ốc (ren hình thang).*

Bước ren P,mm	Vít	Đai ốc
	Đường kính ngoài	Đường kính trong
	Cấp chính xác	
	4	4
	Dung sai T_d,µm	Dung sai T_{D1},µm
2	180	236
3	136	315
4	300	375
5	335	450
6	375	500
8	450	630
10	530	710
12	600	800
16	710	1000
20	850	1180
24	950	1320
32	1120	1600
40	1320	1900
43	1500	2120

VII.Dung sai truyền động bánh răng trụ

Dung sai truyền động bánh răng trụ được quy định theo tiêu chuẩn Việt nam TCVN 1067-84.Tiêu chuẩn này áp dụng cho các bộ truyền bánh răng trụ thân khai ăn khớp ngoài và trong; có răng thẳng,răng nghiêng và răng chữ V;đường kính chia của răng đến 6300 mm,chiều rộng vành răng hoặc nửa chiều rộng vành răng chữ V đến 1250 mm; mô đun răng từ 1 ÷ 55 mm và prôphin gốc theo TCVN 2258-77 (hình 2-31).

1. Cấp chính xác và dạng đối tiếp.

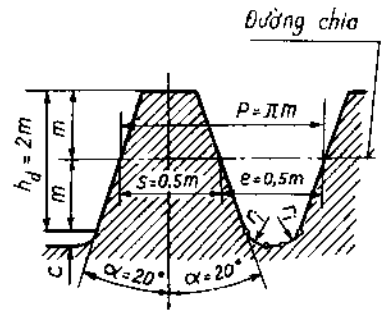
- Cấp chính xác

Tiêu chuẩn quy định 12 cấp chính xác chế tạo bánh răng và bộ truyền, được ký hiệu theo thứ tự cấp chính xác giảm dần là: 1, 2, 3, 4, 5, . 12. (chưa quy định dung sai và sai lệch giới hạn của các thông số kích thước bánh răng ở cấp chính xác 1, 2). Ở mỗi cấp chính xác tiêu chuẩn quy định 3 mức chính xác:

-Mức chính xác động học

-Mức làm việc êm

-Mức tiếp xúc của răng trong bộ truyền.



Hình 2-31

Prôphin gốc răng thân khai

Bánh răng và bộ truyền bao giờ cũng đòi hỏi cả 3 mức đó nhưng chúng có thể ở các cấp chính xác khác nhau, chẳng hạn, bánh răng được chế tạo với mức chính xác động học ở cấp 8, mức làm việc êm và tiếp xúc răng ở cấp 7. Sự phối hợp các mức có cấp chính xác khác nhau phải tuân theo quy định sau:

Mức làm việc êm không được cao quá 2 cấp hoặc thấp quá 1 cấp so với mức chính xác động học.

Mức tiếp xúc răng có thể ở cấp chính xác cao hơn 1 cấp hoặc thấp hơn 1 cấp so với mức làm việc êm.

Khi thiết kế ta dựa vào chức năng của truyền động mà tính toán các yêu cầu về mức chính xác động học, mức làm việc êm hoặc mức tiếp xúc răng, trên cơ sở đó chọn cấp chính xác cho các mức. Cũng có thể tham khảo các tài liệu khác [2] để chọn cấp chính xác cho các mức. Chẳng hạn đối với bánh răng của hộp tốc độ có tốc độ vòng v < 10m/s ta có thể chọn cấp chính xác 7 cho mức làm việc êm,bảng 2-69 và theo quy định về sự phối hợp cấp chính xác đã nêu trên ta chọn cấp chính xác 8 cho mức chính xác động học và cấp 7 cho mức tiếp xúc răng bánh răng.

- Dạng đối tiếp.

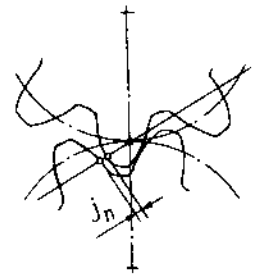
Tuỳ theo mức khe hở cạnh răng tức là theo giá trị khe hở cạnh răng cần thiết $j_{n\,min}$,hình 2-32 mà tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 1067-84 quy định 6 dạng đối tiếp: A, B, C, D, E, H như biểu diễn trên hình 2-33, và 8 loại dung sai khe hở cạnh răngT_{jn}: x, y, z, a,b, c,d, h.

Dạng đối tiếp H và E tương ứng với dạng dung sai h, còn D, C, D, A tương ứng với d, c, b, a.Cho phép sử dụng dạng dung sai (T_{jn}) không tương ứng với dạng đối tiếp. Chọn dạng đối tiếp có thể dựa vào cấp chính xác của mức làm việc êm, bảng 2-70.

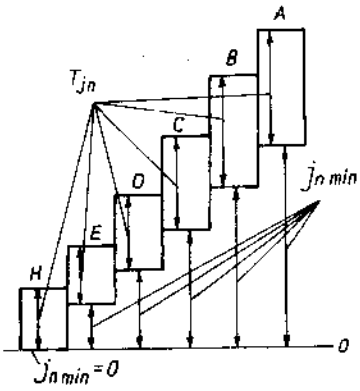
Cấp chính xác và dạng đối tiếp của bộ truyền bánh răng được ghi ký hiệu như sau,ví dụ:

8-7-7B TCVN 1067-84

Ký hiệu lần lượt là: cấp chính xác của mức động học: 8; của mức làm việc êm: 7; của mức tiếp xúc răng:7; dạng đối tiếp là B và dạng dung sai khe hở cạnh răng tương ứng là b. Nếu chọn dạng dung sai không tương ứng, chẳng hạn chọn dạng a thì phải ghi ký hiệu



Hình2-32
Khe hở cạnh răng



Hình2-33
Các dạng đối tiếp

như sau: 8-7-7Ba TCVN 1067-84.

Bảng 2-69. *Phạm vi sử dụng cấp chính xác của bánh răng trụ, răng thẳng với m> 1mm*

Cấp chính xác	Điều kiện và phạm vi sử dụng	Tốc độ vòng m/s	Hiệu suất không nhỏ hơn	Phương pháp cắt răng	Gia công lần cuối mặt răng
1	2	3	4	5	6
6	Bánh răng làm việc êm ở tốc độ cao, hiệu suất cao không ồn; bánh răng của cơ cấu phân độ; bánh răng đặc biệt quan trọng trong chế tạo máy bay và ô tô	Đến 15	0,99	Phương pháp bao hình trên máy chính xác cao	Mài chính xác hoặc cả răng
7	Bánh răng ở tốc độ hơi cao và công suất vừa phải hoặc ngược lại, bánh răng trong truyền động của máy cắt kim loại cần sự phối hợp chuyển động, bánh rang hộp tốc độ máy bay,ô tô, truyền động của cơ cấu tính đếm	Đến 10	0,98	Phương pháp bao hình trên máy chính xác cao	Bằng dụng cụ cắt chính xác, với bánh răng không tôi. Mài hoặc cả khi bánh răng cần tôi
8	Bánh răng trong chế tạo máy nói chung không yêu cầu chính xác đặc biệt, bánh răng trong máy công cụ, trừ xích phân độ, bánh răng không quan trọng trong máy bay, ô tô, bánh răng của cơ cấu nâng, bánh răng quan trọng trong máy nông nghiệp, bánh răng hộp giảm tốc thông thường	Đến 6	0,97	Phương pháp bao hình hoặc chép hình bằng dụng cụ định hình tương ứng với số răng thực của bánh răng	Không mài, khi cần thiết thì gia công tinh lần cuối hoặc nghiền
9	Bánh răng dùng cho truyền động không đòi hỏi chính xác, truyền động không tải thực hiện do lý do kết cấu là chủ yếu	Đến 2	0,96	Bất kỳ	Không yêu cầu gia công tinh đặc biệt

Bảng 2-70. *Dạng đối tiếp ứng với các cấp chính xác*

Dạng đối tiếp	A	B	C	D	E	H
Cấp chính xác theo mức làm việc êm	3-12	3-11	3-9	3-8	3-7	3-7

2. Đánh giá mức chính xác của truyền động bánh răng.

Để đánh giá các mức chính xác và mức khe hở cạnh răng của bánh răng và bộ truyền người ta dùng các chỉ tiêu chỉ dẫn trong bảng 2-71. Tuỳ theo cấp chính xác và điều kiện kiểm tra ở từng cơ sở sản xuất mà ta chọn chỉ tiêu hoặc cặp chỉ tiêu thích hợp. Khái niệm chỉ tiêu đó được chỉ dẫn trong bảng 2-72.

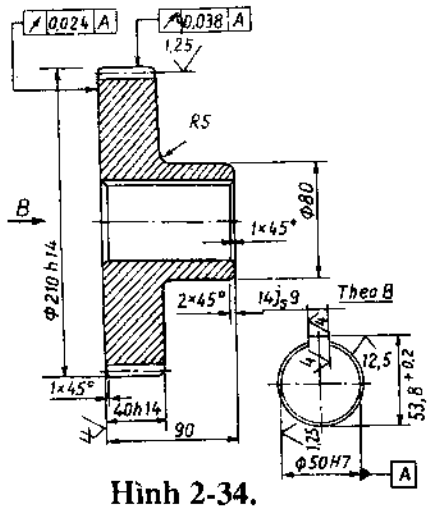
Dung sai và sai lệch giới hạn của các chỉ tiêu đánh giá ứng với các cấp chính xác khác nhau được chỉ dẫn trong các bảng 2-73 đến bảng 2-76 theo TCVN 1067-84.

3.Thể hiện độ chính xác hình học trên bản vẽ.

Độ chính xác các thông số hình học của bánh răng trên bản vẽ thường thể hiện hai phần:

- Độ chính xác của phôi bánh răng (chi tiết trước khi đưa vào gia công răng) được ghi bằng ký hiệu trên bản vẽ.

- Độ chính xác phần răng bánh răng thường được ghi dưới dạng bảng bên cạnh bản vẽ. (hình 2-34)



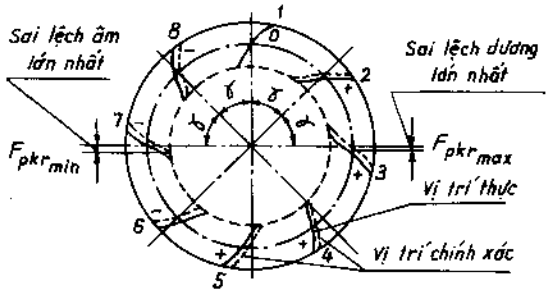
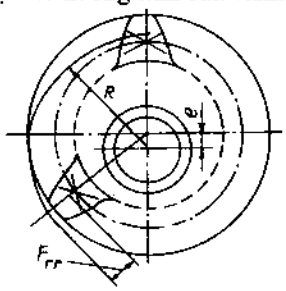
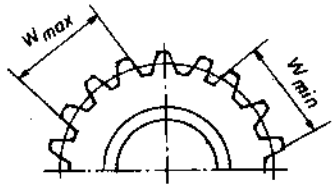
Hình 2-34.
Bản vẽ chế tạo bánh răng

Tên thông số	Ký hiệu	Trị số
Thông số kích thước cơ bản		
Mô đun	m	3, mm
Số răng	Z	68
Góc ăn khớp	α	20^0
Hệ số dịch răng	ξ	0
Cấp chính xác theo TCVN 1067-84		8-7-7-B
Bộ chỉ tiêu đánh giá mức chính xác		
Dung sai độ đảo hướng tâm vành răng	F_r	63μm
Dung sai độ dao động khoảng pháp tuyến chung	F_{vw}	50μm
Sai lệch giới hạn bước ăn khớp	f_{Pb}	±15μm
Sai lệch giới hạn bước răng	f_{Pt}	±16 μm
Vết tiếp xúc tổng		Theo chiều cao: 45% Theo chiều dài: 60%
Sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung trung bình	E_{wmi}	-158 μm

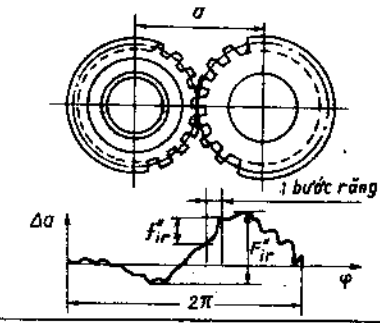
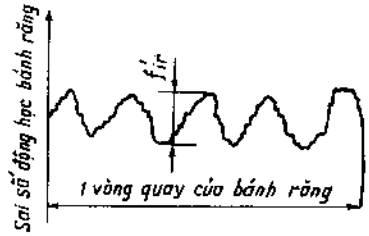
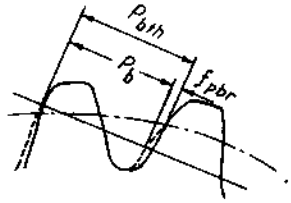
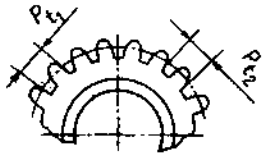
Bảng 2-71. *Bộ chỉ tiêu đánh giá mức chính xác của bánh răng trụ*

Số bộ	Thông số đánh giá, ký hiệu	Dung sai, ký hiệu	Cấp chính xác khi m ≥ 1
Mức chính xác động học			
1	F'_{ir}	F'_i	3-8
2	F_{Pr}, F_{Pkr}	F_P, F_{Pk}	3-6
3	F_{Pr}	F_P	7-8
4	F_{rr}, F_{vwr}	F_r, F_{vw}	3-8
5	F_{rr}, F_{cr}	F_r, F_c	3-8
6	F''_{ir}, F_{vwr}	F''_i, F_{vw}	5-8
7	F''_{ir}, F_{cr}	F''_i, F_c	5-8
8	F''_{ir}	F''_i	9-12
9	F_{rr}	F_r	7-8
Mức làm việc êm (với εβ < 1,25)			
1	f_i	f'_i	3-8
2	f_{Pbr}, f_{fr}	f_{Pb}, f_f	3-8
3	f_{Pbr},f_{Ptr}	f_{Pb},f_{Pt}	3-8
4	f'_i	f'_i	5-8
Mức tiếp xúc răng trong truyền động			
1	Vết tiếp xúc tổng		3-11
2	$F_{\beta r}$	F_β	3-12
3	F_{kr}	F_k	3-12
εβ - Hệ số trùng khớp dọc danh nghĩa			

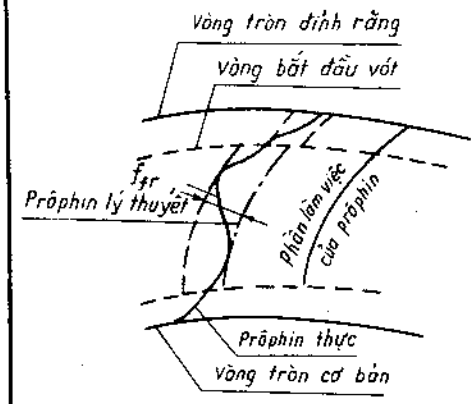
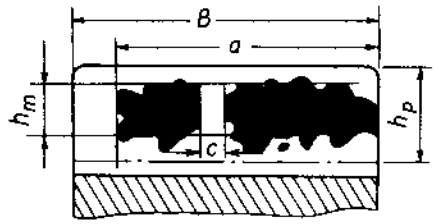
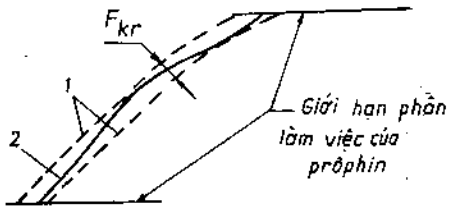
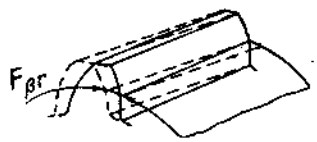
Bảng 2-72. *Các chỉ tiêu đánh giá mức chính xác truyền động bánh răng*

Chỉ tiêu đánh giá	Ký hiệu	Định nghĩa
Sai số động học của bánh răng 	$F_{i'r}$	Sai số lớn nhất của góc quay bánh răng trong giới hạn một vòng quay khi nó ăn khớp với bánh mẫu chính xác.
Sai số tích luỹ bước răng của bánh răng 	F_{pkr}	Sai số lớn nhất về vị trí tương quan của hai prôphin răng cùng tên bất kỳ đo theo vòng tròn đồng tâm với tâm quay bánh răng và đi qua giữa chiều cao răng.
Độ đảo hướng tâm của vành răng 	F_{rr}	Độ dao động lớn nhất của khoảng cách từ dây cung cố định trên răng (hoặc rãnh răng) đến tâm quay bánh răng.
Độ dao động khoảng pháp tuyến chung 	F_{vwr}	Hiệu khoảng pháp tuyến chung lớn nhất và nhỏ nhất đo trên cùng một bánh răng. $F_{vwr} = W_{max} - W_{min}$

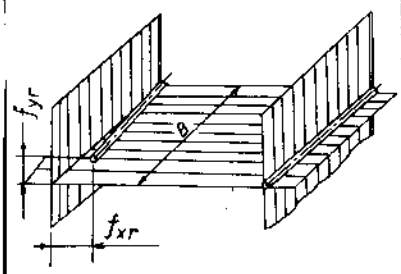
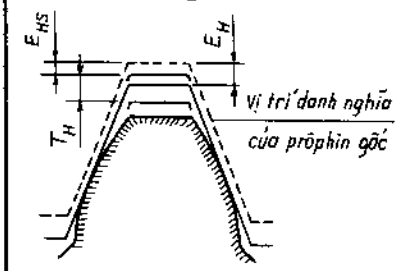
(tiếp bảng 2-72)

Chỉ tiêu đánh giá	Ký hiệu	Định nghĩa
Độ dao động khoảng cách trục đo ứng với một vòng quay của bánh răng 	F''_{ir}	Hiệu khoảng cách trục đo lớn nhất và nhỏ nhất trong một vòng quay của bánh răng
Sai số động học cục bộ của bánh răng 	f'_{ir}	Hiệu lớn nhất giữa sai số động học cục bộ lớn nhất và nhỏ nhất kề sát nhau, trong một vòng quay bánh răng
Sai lệch của bước ăn khớp 	f_{pbr}	Hiệu giữa bước ăn khớp thực và bước ăn khớp danh nghĩa. $f_{Pbr} = P_{bth} - P_b$
Sai lệch bước răng 	f_{ptr}	Hiệu giữa hai bước vòng bất kỳ, đo trên cùng một đường tròn của bánh răng $f_{Ptr} = P_{t2} - P_{t1}$

(tiếp bảng 2-72)

Chỉ tiêu đánh giá	Ký hiệu	Định nghĩa
Sai số prôphin răng 	f_{fr}	Khoảng cách pháp tuyến giữa hai prôphin răng lý thuyết bao lấy prôphin răng thực, trong giới hạn phần làm việc của prôphin răng
Vết tiếp xúc tổng 		Phần bề mặt bên của răng trên đó có vết tiếp xúc của nó với răng của bánh răng ăn khớp. Vết tiếp xúc được đánh giá theo hai chiều; -Theo chiều cao răng: h_m/h_p. 100% - Theo chiều dài răng: (a-c)/B. 100%
Sai số tổng của đường tiếp xúc 	F_{kr}	Khoảng cách pháp tuyến giữa hai đường tiếp xúc danh nghĩa bao lấy đường tiếp xúc thực.
Sai số hướng răng 	$F\beta_r$	Khoảng cách giữa hai hướng răng lý thuyết nằm trên mặt trụ đi qua giữa chiều cao răng và bao lấy hướng răng thực.

(tiếp bảng 2-72)

Chỉ tiêu đánh giá	Ký hiệu	Định nghĩa
Độ không song song của các đường trục. Độ xiên của các đường trục  	f_{xr} f_{yr}	f_{xr}-độ không song song của hình chiếu các đường tâm quay của bánh răng trên mặt phẳng lý thuyết chung của chúng.Đo trên chiều dài bằng chiều rộng bánh răng. f_{yr}- độ không song song của hình chiếu các đường tâm quay của bánh răng trên mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng lý thuyết chung của chúng.
Lượng dịch chuyển của prôphin gốc  	E_H	Lượng dịch chuyển của prôphin gốc so với vị trí danh nghĩa của nó.

Bảng 2-73. *Mức chính xác động học*
(các chỉ tiêu F_{ir}' , F_{rr} , F_{vwr} , F_{cr} , F_{ir}'')

Cấp chính xác	Ký hiệu	Mô đun m, mm	Đường kính chia d, mm						
			Đến 125	>125 ÷400	>400 ÷800	>800 ÷1600	>1600 ÷2500	>2500 ÷4000	>4000 ÷6300
			µm						
1	2	3	4						
	F_i''	Từ1÷16	$F_p + f_u$						
5	F_r	Từ1÷3,5	16	22	28	32	36		
		>3,5÷6,3	18	25	32	36	40	45	
		>6,3÷10	20	28	36	40	45	50	56
		>10÷16		32	40	45	50	56	63
	F_{vw}	Từ1÷16	10	18	28	45			
		Từ1÷3,5	22	32	40	45			
		>3,5÷6,3	25	36	45	50			
		>6,3÷10	28	40	50	56			
		>10÷16		45	56	63			
	F_c	Từ1÷16	10	18	28	45	70	90	140

(tiếp bảng 2-73)

1	2	3	4						
	F_i'	Từ1÷16	$F_P + f_f$ (xem chú thích 2)						
6	F_r	Từ1÷3,5	25	36	45	50	56		
		>3,5÷6,3	28	40	50	56	63	71	
		>6,3÷10	32	45	56	63	71	80	90
		>10÷16		50	63	71	80	90	100
	F_{vw}	Từ1÷16	16	28	45	70			
	F_i'	Từ1÷3,5	36	50	63	71			
		>3,5÷6,3	40	56	71	80			
		>6,3÷10	45	63	80	90			
		>10÷16		71	90	100			
	F_c	Từ1÷16	16	28	45	70	110	140	220
7	F_i'	Từ1÷25	$F_P + f_f$						
	F_r	Từ1÷3,5	36	50	63	71	80		
		>3,5÷6,3	40	56	71	80	90	110	
		>6,3÷10	45	63	80	90	100	112	125
		>10÷16		71	90	100	112	125	140
		>16÷25		80	100	112	125	140	160
	F_{vw}	Từ1÷25	22	40	60	100			
	F_i'	Từ1÷3,5	50	71	90	100			
		>3,5÷6,3	56	80	100	112			
		>6,3÷10	65	90	112	125			
		>10÷16		100	125	140			
	F_c	Từ1÷25	22	40	60	100	160	200	300
8	F_i'	Từ1÷25	$F_P + f_f$						
	F_r	Từ1÷3,5	45	63	80	90	100		
		>3,5÷6,3	50	71	90	100	112	125	
		>6,3÷10	56	80	100	112	125	140	160
		>10÷16		90	112	125	140	160	180
		>16÷25		100	125	140	160	180	200
		>25÷40			140	160	190	224	250
	F_i'	Từ1÷3,5	63	90	112	125			
		>3,5÷6,3	71	100	125	140			
		>6,3÷10	80	112	140	160			
		>10÷16		125	160	180			
	F_{vw}	Từ1÷ 40	28	50	80	120			
	F_c	Từ1÷ 40	28	50	80	120	200	250	400
9	F_r	Từ1÷3,5	71	80	100	112	125		
		>3,5÷6,3	80	100	112	125	140	160	
		>6,3÷10	90	112	125	140	160	180	200
		>10÷16		125	160	160	180	200	224
		>16÷25		160	200	200	224	224	250
		>25÷40			250	250	280	280	315
		>40 ÷ 55			315	315	355	355	400

(tiếp bảng 2-73)

1	2	3	4						
9	F_i''	Từ1÷3,5	90	112	140	160	-	-	-
		>3,5÷6,3	112	140	160	180			
		>6,3÷10	125	160	180	200			
		>10÷16		180	224	224			

Chú thích: Các ký hiệu được dùng

F_i' - dung sai sai số động học của bánh răng

F_r - dung sai độ đảo hướng tâm của vành răng

F_c - dung sai sai số lăn

F_i'' - dung sai độ dao động khoảng cách trục đo sau một vòng quay của bánh răng

F_{vw} - dung sai độ dao động khoảng pháp tuyến chung.

Bảng 2-74 . *Mức chính xác động học*
(các chỉ tiêu F_{PKR} và F_{PR})

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m mm	Đối với F_{PK} - chiều dài cung vòng chia L, mm													
			Đến 11,2	Trên 11,2 đến 20	Trên 20 đến 32	Trên 32 đến 50	Trên 50 đến 80	Trên 80 đến 160	Trên 160 đến 315	Trên 315 đến 630	Trên 630 đến 1000	Trên 1000 đến 1600	Trên 1600 đến 2500	Trên 2500 đến 3150	Trên 3150 đến 4000	Trên 4000 đến 5000	Trên 5000 đến 7200
			Đối với F_P - đường kính chia													
				Đến 12,7	Trên 12,7 đến 20,4	Trên 20,4 đến 31,8	Trên 31,8 đến 50,9	Trên 50,9 đến 101,8	Trên 101,8 đến 200,5	Trên 200,5 đến 401,1	Trên 401,1 đến 636,6	Trên 636,6 đến 1019	Trên 1019 đến 1592	Trên 1592 đến 2005	Trên 2005 đến 2547	Trên 2547 đến 3183	Trên 3183 đến 4584
			µm													
3	F_{PK} hoặc F_P	Từ1÷10	2,8	4	5	5,5	6	8	11	16	20	25	28	36	40	45	50
4		Từ1÷10	4,5	6	8	9	10	12	18	25	32	40	45	56	63	71	80
5		Từ1÷16	7	10	12	14	16	20	28	40	50	63	71	90	100	112	125
6		Từ1÷16	11	16	20	22	25	32	45	63	80	100	112	140	160	180	200
7		Từ1÷25	16	22	28	32	36	45	63	90	112	140	160	200	224	250	280
8		Từ1÷25	22	32	40	45	50	63	90	125	160	200	224	280	315	355	400

Chú thích:

1 - Các ký hiệu được dùng

F_{PK} - dung sai sai số tích luỹ k bước răng

F_P - dung sai sai số tích luỹ bước răng

2 - Khi không có các yêu cầu đặc biệt, dung sai F_{PK} được dùng cho chiều dài cung vòng chia tương ứng với 1/6 số răng bánh răng (hoặc cung ứng với số răng nguyên lớn hơn gần nhất).

Bảng 2-75. *Mức làm việc êm*
(các chỉ tiêu $F_{ir}^{'}$, $F_{ptr}^{'}$, F_{Pbr} ,f_{fr} , $f_{ir}^{'}$)

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m (mm)	Đường kính chia d, mm						
			Đến 125	>125 ÷400	>400 ÷800	>800 ÷1600	>1600 ÷2500	>2500 ÷4000	>4000 ÷6300
			μm						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	$f_i^{'}$	Từ1÷3,5	12	14	18	20	25		
		>3,5÷6,3	16	18	20	22	28	36	
		>6,3÷10	18	20	22	25	32	40	50
		>10÷16		22	25	28	36	45	56
	f_{pt}	Từ1÷3,5	±6	±7	±8	±9	±10		
		>3,5÷6,3	±8	±9	±9	±10	±11	±13	
		>6,3÷10	±9	±10	±11	±11	±13	±14	±16
		>10÷16		±11	±13	±13	±14	±16	±18
	f_{pb}	Từ1÷3,5	±5,6	±6,7	±7,5	±8,5	±9,5		
		>3,5÷6,3	±7,5	±8,5	±8,5	±9,5	±10	±12	
		>6,3÷10	±8,5	±9,5	±10	±10	±12	±13	±14
		>10÷16		±10	±12	±12	±13	±15	±16
	f_f	Từ1÷3,5	6	7	9	11	16		
		>3,5÷6,3	7	8	10	13	17	22	
		>6,3÷10	8	9	11	14	18	24	34
		>10÷16		11	13	15	20	25	36
	$f_i^{''}$	Từ1÷3,5	10	11	13	14			
		>3,5÷6,3	13	14	14	16			
		>6,3÷10	14	16	16	18			
		>10÷16		18	20	20			
6	$f_i^{'}$	Từ1÷3,5	18	20	25	32	40		
		>3,5÷6,3	22	25	28	36	45	56	
		>6,3÷10	28	30	32	40	50	60	80
		>10÷16		36	40	45	56	63	90
	f_{pt}	Từ1÷3,5	±10	±11	±13	±14	±16		
		>3,5÷6,3	±13	±14	±14	±16	±18	±20	
		>6,3÷10	±14	±16	±18	±18	±20	±22	±25
		>10÷16		±18	±20	±20	±22	±25	±28
	f_{pb}	Từ1÷3,5	±9,5	±10	±12	±13	±15		
		>3,5÷6,3	±12	±13	±13	±15	±17	±19	
		>6,3÷10	±13	±15	±17	±17	±19	±21	±24
		>10÷16		±17	±19	±19	±21	±24	±26
	f_f	Từ1÷3,5	8	9	12	17	24		
		>3,5÷6,3	10	11	16	18	25	34	
		>6,3÷10	12	13	16	20	28	36	53
		>10÷16		16	18	22	30	38	56
	$f_i^{''}$	Từ1÷3,5	14	16	18	20			
		>3,5÷6,3	18	20	20	22			
		>6,3÷10	20	22	22	25			
		>10÷16		25	28	28			

(tiếp bảng 2-75)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	f'_t	Từ1÷3,5	25	30	36	40	56		
		>3,5÷6,3	32	36	40	50	63	80	
		>6,3÷10	36	40	50	56	71	90	112
		>10÷16		50	63	63	80	100	125
		>16÷25		63	71	80	90	112	140
	f_{pt}	Từ1÷3,5	±14	±16	±18	±20	±22		
		>3,5÷6,3	±18	±20	±20	±22	±25	±28	
		>6,3÷10	±20	±22	±25	±25	±28	±32	±36
		>10÷16		±25	±28	±28	±32	±36	±40
		>16÷25		±32	±36	±36	±40	±40	±45
	f_{pb}	Từ1÷3,5	±13	±15	±17	±19	±21		
		>3,5÷6,3	±17	±19	±19	±21	±24	±26	
		>6,3÷10	±19	±21	±24	±24	±26	±30	±34
		>10÷16		±24	±26	±26	±30	±34	±38
		>16÷25		±30	±34	±34	±38	±38	±42
	f_f	Từ1÷3,5	11	13	17	24	36		
		>3,5÷6,3	14	16	20	28	38	53	
		>6,3÷10	17	19	24	30	40	56	80
		>10÷16		22	26	34	45	60	85
		>16÷25		30	36	42	53	67	95
	f''_t	Từ1÷3,5	20	22	25	28			
		>3,5÷6,3	25	28	28	32			
		>6,3÷10	28	32	32	36			
		>10÷16		36	40	40			
8	f'_t	Từ1÷3,5	36	40	50	63	80		
		>3,5÷6,3	45	50	56	71	90	125	
		>6,3÷10	50	60	71	80	100	140	160
		>10÷16		71	80	90	112	140	200
		>16÷25		90	100	112	140	160	224
	f_{pt}	Từ1÷3,5	±20	±22	±25	±28	±32		
		>3,5÷6,3	±25	±28	±28	±32	±36	±40	
		>6,3÷10	±28	±32	±36	±36	±40	±45	±50
		>10÷16		±36	±40	±40	±45	±50	±56
		>16÷25		±45	±50	±50	±56	±56	±63
		>25÷40			±63	±63	±71	±71	±80
	f_{pb}	Từ1÷3,5	±19	±21	±21	±26	±30		
		>3,5÷6,3	±24	±26	±26	±30	±34	±38	
		>6,3÷10	±26	±30	±34	±34	±38	±42	±48
		>10÷16		±34	±38	±38	±42	±48	±55
		>16÷25		±42	±48	±48	±53	±53	±60
		>25÷40			±60	±60	±67	±67	±75
	f_f	Từ1÷3,5	14	18	25	36	50		
		>3,5÷6,3	20	22	28	40	56	80	
		>6,3÷10	20	28	36	45	63	90	125
		>10÷16		32	40	50	71	90	130
		>16÷25		45	56	63	80	100	150
	f''_t	Từ1÷3,5	28	32	36	40			
		>3,5÷6,3	36	40	40	45			
		>6,3÷10	40	45	45	50			
		>10÷16		50	56	56			

(tiếp bảng 2-75)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Từ1÷3,5	±28	±32	±36	±40	±45		
		>3,5÷6,3	±36	±40	±40	±45	±50	±56	
	f_{pt}	>6,3÷10	±40	±45	±50	±50	±56	±63	±71
		>10÷16		±50	±56	±56	±63	±71	±80
		>16÷25		±63	±71	±71	±80	±80	±90
		>25÷40			±90	±90	±100	±100	±112
		>40÷55			±112	±125	±125	±140	±140
		Từ1÷3,5	±26	±30	±34	±38	±42		
		>3,5÷6,3	±34	±38	±38	±42	±48	±53	
9	f_{pb}	>6,3÷10	±38	±42	±48	±45	±53	±60	±67
		>10÷16		±48	±53	±50	±60	±67	±75
		>16÷25		±60	±67	±67	±75	±74	±85
		>25÷40			±85	±85	±95	±95	±106
		>40÷55			±106	±118	±118	±132	±132
		Từ1÷3,5	38	40	45	50			
		>3,5÷6,3	45	50	50	56			
	f_i'	>6,3÷10	50	56	56	63			
		>10÷16		63	71	71			

Chú thích:

Các ký hiệu được dùng

f_i' - dung sai sai số động học cục bộ của bánh răng

$\pm f_{pb}$ - sai lệch giới hạn bước ăn khớp

$\pm f_{pt}$ - sai lệch giới hạn bước răng

f_f - dung sai sai số prôphin răng

f_i'' - dung sai độ dao động khoảng cách trục đo sau một răng

Bảng 2-76. *Mức tiếp xúc của các răng*

(các chỉ tiêu F_{pxnr}, F_{kc}, $F_{\beta r}$, f_{xr}, f_{yr})

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m (mm)	Đường kính chia d, mm							
			Đến 40	>40 ÷100	>100 ÷160	>160 ÷250	>250 ÷400	>400 ÷630	>630 ÷1000	>1000 ÷1250
			µm							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	F_{pxn}	Từ1÷10	±11	±12	±14	±16	±20	±25	±32	±45
5	F_k	Từ1÷3,5	14	16	16	18	20			
		>3,5÷6,3	16	18	20	20	25	28		
		>6,3÷10	20	20	22	22	25	30	36	45
		>10÷16		25	25	28	36	36	40	50
	F_β	Từ1÷16	7	10	12	16	18	22	25	30
	f_x	Từ1÷16	7	10	12	16	18	22	25	30
	f_y	Từ1÷16	4	5	6,3	8	9	11	12	16

(tiếp bảng 2-76)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	F_{pxn}	Từ1÷10	±12	±14	±16	±20	±25	±32	±45	±50
	F_k	Từ1÷3,5	18	20	22	25	28			
		>3,5÷6,3	20	22	25	25	30	36		
		>6,3÷10	25	25	28	30	32	40	45	56
		>10÷16		30	30	36	40	45	50	60
	F_β	Từ1÷16	9	12	16	20	25	28	32	40
	f_x	Từ1÷16	9	12	16	20	25	28	32	40
	f_y	Từ1÷16	4,5	6,3	8	10	12	14	16	20
7	F_{pxn}	Từ1÷25	±16	±18	±20	±25	±32	±40	±50	±63
	F_k	Từ1÷3,5	22	25	28	30	32			
		>3,5÷6,3	25	28	30	32	36	45		
		>6,3÷10	30	32	35	40	45	50	56	71
		>10÷16		40	40	45	50	56	63	80
		>16÷25		50	50	56	60	63	71	90
	F_β	Từ1÷25	11	16	20	25	28	32	40	50
	f_x	Từ1÷25	11	16	20	25	28	32	40	50
	f_y	Từ1÷25	5,6	8	10	12	14	16	20	25
8	F_{pxn}	Từ1÷40	±25	±28	±32	±40	±45	±60		
	F_k	Từ1÷3,5	36	40	40	45	50			
		>3,5÷6,3	40	45	50	50	56	71		
		>6,3÷10	45	50	56	60	63	80		
		>10÷16		60	63	71	80	90		
		>16÷25		80	80	90	90	100		
		>25÷40			112	112	125	125		
	F_β	Từ1÷40	18	25	32	40	45	56		
	f_x	Từ1÷40	18	25	32	40	45	56		
	f_y	Từ1÷55	9	12	16	20	22	28		
9	F_{pxn}	Từ1÷55	±40	±45	±50	±60	±71	±90		
	F_k	Từ1÷3,5	56	60	60	71	80			
		>3,5÷6,3	63	71	80	80	90	112		
		>6,3÷10	80	80	90	90	100	125		
		>10÷16		100	100	112	125	140		
		>16÷25		125	125	140	140	160		
		>25÷40			180	180	180	200		
		>40÷55				224	250	250		
	F_β	Từ1÷55	28	40	50	63	71	90		
	f_x	Từ1÷55	28	40	50	63	71	90		
	f_y	Từ1÷55	14	20	25	30	36	45		

Chú thích: Các ký hiệu được dùng

F_{pxn} - sai lệch giới hạn của bước dọc theo pháp tuyến.

F_k - dung sai sai số tổng của đường tiếp xúc.

F_β - dung sai hướng răng.

f_x - dung sai độ không song song của các trục.

f_y - dung sai độ xiên của trục.

Bảng 2-77. *Mức tiếp xúc của răng trong bộ truyền (vết tiếp xúc tổng)*

Cấp chính xác	Kích thước tương đối của vết tiếp xúc tổng (%)	
	Theo chiều cao răng không nhỏ hơn	Theo chiều dài răng không nhỏ hơn
3	65	95
4	60	90
5	55	80
6	50	70
7	45	60
8	40	50
9	30	40
10	25	30
11	20	25

Chú thích: đối với bộ truyền có cấp chính xác 7 ÷ 11 với bánh răng lớn hơn có số răng không bằng số răng của bánh răng nhỏ và bội số răng của bánh răng nhỏ, cho phép giảm kích thước tương đối của vết tiếp xúc tức thời của răng. Các kích thước giới hạn tương đối của vết tiếp xúc tức thời của răng trong trường hợp này không được nhỏ hơn 75% các kích thước giới hạn tương đối của vết tiếp xúc tổng.

Bảng 2-78. *Mức khe hở cạnh răng (chỉ tiêu $J_{n\ min}$, f_{ar})*

Dạng đối tiếp	Cấp sai lệch khoảng cách trục*	Ký hiệu	Khoảng cách trục a_w , mm														
			Đến 80	>80 ÷125	>125 ÷180	>180 ÷250	>250 ÷315	>315 ÷400	>400 ÷500	>500 ÷630	>630 ÷800	>800 ÷1000	>1000 ÷1250	>1250 ÷1600	>1600 ÷2000	>2000 ÷2500	>2500 ÷3150	>3150 ÷4000
			µm														
H	II	$J_{n\ min}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	II		30	35	40	46	52	57	63	70	80	90	105	125	150	175	210	260
D	III		46	54	63	72	81	89	97	110	125	140	165	195	230	280	330	410
C	IV		74	87	100	115	130	140	155	175	200	230	260	310	370	440	540	660
B	V		120	140	160	185	210	230	250	280	320	360	420	500	600	700	860	1050
A	VI		190	220	250	290	320	360	400	440	500	560	660	780	920	1100	1350	1650
	I	F_{ar}	±10	±11	±12	±14	±16	±18	±20	±22	±25	±28	±35	±40	±45	±55	±70	±90
H , E	II		±16	±18	±20	±22	±25	±28	±30	±35	±40	±45	±50	±60	±70	±90	±110	±140
D	III		±25	±28	±30	±35	±40	±45	±50	±55	±60	±70	±80	±100	±110	±140	±160	±200
C	IV		±35	±45	±50	±55	±60	±70	±80	±90	±100	±110	±140	±160	±180	±220	±280	±350
B	V		±60	±70	±80	±90	±100	±110	±120	±140	±160	±180	±220	±250	±300	±350	±450	±550
A	VI		±100	±110	±120	±140	±160	±180	±200	±220	±250	±280	±350	±400	±450	±550	±700	±800

Chú thích: * Cấp sai lệch khoảng cách trục dùng khi thay đổi sự tương ứng giữa dạng đối tiếp và cấp sai lệch khoảng cách trục.

$J_{n\ m.n}$ - khe hở cạnh răng cần thiết

$\pm f_{ar}$ - sai lệch giới hạn khoảng cách trục

Bảng 2-79. *Mức khe hở cạnh răng*

(chỉ tiêu-E_{He} - đối với ăn khớp ngoài và + E_{Hi} - đối với ăn khớp trong)

Dạng đối tiếp	Cấp chính xác mức làm việc êm	Đường kính chia d , mm																	
		Đến 80	>80 ÷125	>125 ÷180	>180 ÷250	>250 ÷315	>315 ÷400	>400 ÷500	>500 ÷630	>630 ÷800	>800 ÷1000	>1000 ÷1250	>1250 ÷1600	>1600 ÷2000	>2000 ÷2500	>2500 ÷3150	>3150 ÷4000	>4000 ÷5000	>5000 ÷6300
		µm																	
H	3-6	12	14	16	18	20	22	25	28	30	40	45	50	60	70	80	100	120	160
	7	14	16	18	20	22	25	28	30	35	45	50	55	70	80	90	110	140	180
E	3-6	30	35	40	46	52	57	63	70	80	90	105	125	150	175	210	260	320	400
	7	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100	120	140	160	200	210	280	350	450
D	3-6	46	54	63	72	81	89	97	110	125	140	165	195	230	280	330	410	500	620
	7	50	60	70	80	90	100	110	120	140	160	180	220	250	300	350	450	550	700
	8	55	70	80	90	100	110	120	140	160	180	200	250	280	350	400	500	600	750
C	3-6	74	87	100	115	130	140	155	175	200	230	260	310	370	440	540	660	800	980
	7	80	100	110	120	140	160	180	200	220	250	280	350	400	450	600	700	900	1100
	8	90	110	120	140	160	180	200	220	250	280	300	400	450	500	600	800	1000	1200
	9	100	120	140	160	180	200	220	250	280	300	350	450	500	600	700	900	1000	1200
B	3-6	120	140	160	180	210	230	250	280	320	360	420	500	600	700	860	1050	1300	1550
	7	140	160	180	200	250	250	280	300	350	400	450	550	700	800	900	1100	1400	1800
	8	140	160	200	220	250	280	300	350	400	450	500	600	700	800	1000	1200	1600	1800
	9	160	180	200	250	280	300	350	400	400	450	550	700	800	900	1100	1400	1800	2000
	10	160	200	220	250	300	350	350	400	450	500	600	700	800	1000	1200	1400	1800	2200
	11	180	220	250	280	300	350	400	450	500	550	600	800	900	1100	1200	1600	2000	2400
	3-6	190	220	250	290	320	360	400	410	500	550	660	780	920	1100	1350	1650	2000	2500
	7	200	250	280	300	350	400	450	500	550	600	700	900	1000	1200	1400	1850	2200	2800
	8	220	280	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900	1100	1400	1600	2000	2400	3000
	9	250	280	350	400	400	500	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1800	2200	2500	3500
	10	280	300	350	400	450	500	600	600	700	800	900	1100	1400	1600	1800	2200	2800	3500
	11	280	350	400	450	500	550	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	2000	2500	3000	4000
	12	300	350	450	500	500	600	700	700	800	900	1000	1200	1600	1800	2200	2800	3500	4000

Chú thích: Các ký hiệu được dùng

E_{He} - lượng dịch chuyển phụ nhỏ nhất của prôphin gốc đối với bánh răng ngoài (có dấu âm)

E_{Hi} - lượng dịch chuyển phụ nhỏ nhất của prôphin gốc đối với bánh răng trong (có dấu dương).

Bảng 2-80. *Mức khe hở cạnh răng*

(T_H - dung sai lượng dịch chuyển prôphin gốc)

Dạng đối tiếp	Loại dung sai *	Dung sai độ đảo hướng tâm vành răng F_r																				
		Đến 8	>8 ÷10	>10 ÷12	>12 ÷16	>16 ÷20	>20 ÷25	>25 ÷32	>32 ÷40	>40 ÷50	>50 ÷60	>60 ÷80	>80 ÷100	>100 ÷125	>125 ÷160	>160 ÷200	>200 ÷250	>250 ÷320	>320 ÷400	>400 ÷500	>500 ÷630	>630 ÷800
H , E	h	28	30	35	40	40	45	55	60	70	80	110	120	160	200	250	300	450	450	550	700	900
D	d	35	40	40	45	55	60	70	80	90	100	140	160	200	260	300	350	460	600	700	900	1200
C	c	45	50	55	60	70	80	90	100	120	140	180	200	250	300	400	500	600	700	900	1200	1400
B	b	55	60	70	70	80	90	100	120	140	180	200	250	300	400	500	600	700	900	1100	1400	1800
A	a	70	80	80	90	100	110	140	160	180	200	250	300	350	450	550	700	900	1100	1400	1600	2000
	x	90	100	100	110	120	140	160	180	220	250	300	350	450	550	700	900	1100	1400	1600	2000	2500
	y	110	120	140	140	160	180	200	250	280	350	400	500	600	700	900	1100	1400	1600	2000	2500	3500
	z	140	160	160	180	200	220	250	300	350	400	500	600	700	900	1100	1400	1800	2000	2500	3000	4000

Chú thích:

* loại dung sai được dùng khi thay đổi sự tương ứng giữa dạng đối tiếp và loại dung sai

F_r - trị số được quy định tương ứng với mức chính xác động học theo bảng2-73.

Bảng 2-81. *Mức khe hở cạnh răng*

(chỉ tiêu- E_{Wsm} hoặc + E_{Wsi} , thành phần I và - E_{we} hoặc + E_{wi})

Dạng đối tiếp	Cấp chính xác mức làm việc êm	Đường kính chia d , mm											
		Đến 80	>80 -125	>125 -180	>180 -250	>250 -315	>315 -400	>400 -500	>500 -630	>630 -800	>800 -1000	>1000 -1250	>1250 -1600
		µm											
H	3-6	8	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	35
	7	10	10	12	14	16	18	20	22	25	28	30	40
E	3-6	20	24	28	30	35	40	45	50	55	60	70	90
	7	25	30	30	35	40	45	50	55	60	70	80	100
D	3-6	30	35	40	50	55	60	70	70	90	100	110	140
	7	35	40	50	55	60	70	70	80	100	110	120	160
	8	40	50	50	60	70	70	80	90	110	120	140	180
C	3-6	50	60	70	80	90	100	110	120	140	160	180	220
	7	55	70	70	80	100	110	120	140	140	160	200	250
	8	60	80	80	100	110	120	140	140	160	200	200	280
	9	70	80	100	110	120	140	140	160	200	200	250	300
B	3-6	80	100	110	120	140	160	180	200	220	250	280	350
	7	100	110	120	140	180	180	200	200	250	280	300	400
	8	100	110	140	140	180	200	200	250	280	300	350	400
	9	110	120	140	160	200	200	250	280	300	300	350	500
	10	110	140	160	180	200	250	250	280	350	350	400	500
	11	120	160	180	200	200	250	280	280	350	350	400	500
A	3-6	120	140	180	200	220	250	280	300	350	400	500	550
	7	140	180	200	200	250	280	300	350	350	400	500	600
	8	160	200	200	250	280	300	350	350	400	500	550	600
	9	180	200	250	280	280	350	350	400	500	550	600	700
	10	200	200	250	280	300	350	400	400	500	550	600	800
	11	200	250	280	300	350	350	400	500	550	600	700	800
	12	200	250	300	350	350	400	500	500	550	600	800	800

Chú thích:

E_{wme} - sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung trung bình (thành phần I) của bánh răng ăn khớp ngoài (có dấu âm)

E_{we} - sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung của bánh răng ăn khớp ngoài (có dấu âm)

E_{wmi} - sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung trung bình (thành phần I) của bánh răng ăn khớp trong (có dấu dương)

E_{wi} - sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung của bánh răng ăn khớp trong (có dấu dương)

Bảng 2-82. *Mức khe hở cạnh răng*

(chỉ tiêu - E_{wme} hoặc + E_{wmi} , thành phần II)

Dung sai độ đảo hướng tâm vành răng F_r																				
Đến 8	>8 ÷10	>10 ÷12	>12 ÷16	>16 ÷20	>20 ÷25	>25 ÷32	>32 ÷40	>40 ÷50	>50 ÷60	>60 ÷80	>80 ÷100	>100 ÷125	>125 ÷160	>160 ÷200	>200 ÷250	>250 ÷320	>320 ÷400	>400 ÷500	>500 ÷630	>630 ÷800
2	2	3	3	4	5	7	9	11	14	18	22	25	35	45	55	70	90	110	140	180

Chú thích: trị số sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung trung bình E_{wme} (E_{wmi}) được xác định bằng tổng của thành phần I (bảng 2-81) với thành phần II (bảng 2-82).

Bảng 2-83. *Mức khe hở cạnh răng*

(T_{wm} - dung sai khoảng pháp tuyến chung trung bình , µm)

Dạng đôi tiếp	Loại dung sai *	Dung sai độ đảo hướng tâm vành răng F_r																				
		Đến 8	>8 ÷10	>10 ÷12	>12 ÷16	>16 ÷20	>20 ÷25	>25 ÷32	>32 ÷40	>40 ÷50	>50 ÷60	>60 ÷80	>80 ÷100	>100 ÷125	>125 ÷160	>160 ÷200	>200 ÷250	>250 ÷320	>320 ÷400	>400 ÷500	>500 ÷630	>630 ÷800
H , E	h	16	16	18	20	20	20	22	25	25	28	30	40	55	70	80	100	100	140	160	200	280
D	d	20	25	25	25	28	30	35	40	40	40	60	70	80	100	120	240	160	240	250	350	500
C	c	28	30	30	35	40	45	45	50	60	70	90	110	120	140	180	240	280	300	400	550	600
B	b	35	40	40	40	45	50	55	60	70	100	100	120	140	200	250	300	350	450	550	700	900
A	a	45	50	50	55	60	60	80	90	100	110	140	150	180	240	280	350	450	550	700	800	1000
	x	60	60	60	70	70	80	100	110	120	140	180	200	250	300	400	500	600	800	800	1100	1400
	y	70	80	90	90	100	110	120	160	180	220	240	300	350	400	500	600	800	900	1100	1400	2000
	z	90	100	100	110	120	110	160	180	220	240	300	350	400	550	700	800	1100	1200	1100	1800	2400

Bảng 2-84. *Mức khe hở cạnh răng*

(T_w - dung sai khoảng pháp tuyến chung, μm)

Dạng đối tiếp	Loại dung sai *	Dung sai độ đảo hướng tâm vành răng F_r																			
		Đến 8	>8 ÷10	>10 ÷12	>12 ÷16	>16 ÷20	>20 ÷25	>25 ÷32	>32 ÷40	>40 ÷50	>50 ÷60	>60 ÷80	>80 ÷100	>100 ÷125	>125 ÷160	>160 ÷200	>200 ÷250	>250 ÷320	>320 ÷400	>400 ÷500	>500 ÷630	>630 ÷800
H , E	h	20	20	25	28	28	30	35	40	50	60	70	80	100	140	160	200	250	300	400	450	600
D	d	25	28	28	30	35	40	50	55	60	70	100	100	140	180	200	250	300	400	500	600	700
C	c	35	35	35	40	45	55	60	70	80	100	120	140	180	200	280	350	400	500	600	700	1000
B	b	35	40	50	50	55	60	70	80	100	120	140	180	200	280	350	400	500	600	700	1000	1200
A	a	50	55	55	60	70	80	100	110	120	140	180	200	250	300	350	500	600	700	1000	1100	1400
	x	60	70	70	70	80	100	110	120	140	180	200	250	300	350	500	600	800	1000	1100	1400	1800
	y	80	80	100	100	110	120	140	160	200	250	280	350	400	500	600	800	1000	1100	1400	1800	2500
	z	100	110	110	120	140	140	180	200	250	280	350	400	500	600	800	1000	1200	1400	1800	2000	2800

Chú thích: * loại dung sai được dùng khi thay đổi sự tương ứng giữa dạng đối tiếp và loại dung sai (xem mục 1-6 và 1-9)

F_r - trị số được quy định tương ứng với mức chính xác động học theo bảng 2-73.

Bảng 2-85. *Mức khe hở cạnh răng (chỉ tiêu -E_{cs})*

Dạng dối tiếp	Cấp chính xác mức làm việc êm	Đường kính chia d, mm																
		Đến 80	>80 -125	>125 -180	>180 -250	>250 -315	>315 -400	>400 -500	>500 -630	>630 -800	>800 -1000	>1000 -1250	>1250 -1600	>1600 -2000	>2000 -2500	>2500 -3150	>3150 -4000	>4000 -5000	>5000 -6300
		µm																	
H	3-6	9	10	12	14	16	16	18	20	22	30	35	35	45	50	60	70	90	120
	7	10	12	14	14	16	18	18	20	22	25	35	40	50	60	70	80	100	140
E	3-6	22	25	30	35	40	40	45	50	60	70	80	90	110	120	160	180	210	300
	7	25	30	35	35	40	45	50	60	70	70	90	100	120	140	180	200	250	350
D	3-6	25	40	45	55	60	60	70	80	90	100	120	140	180	200	240	300	350	450
	7	25	45	50	60	70	70	80	90	100	120	140	160	180	220	250	350	400	500
	8	40	50	60	70	70	80	90	100	120	140	140	180	200	250	300	350	450	550
C	3-6	50	60	70	80	90	100	110	120	140	160	180	220	250	300	400	500	600	700
	7	60	70	80	90	100	120	140	140	160	180	200	250	300	350	450	500	700	800
	8	70	80	90	100	120	140	140	160	180	200	220	300	350	400	500	600	700	900
	9	70	90	100	120	140	140	140	180	200	220	250	350	350	450	500	600	700	900
B	3-6	90	100	120	140	160	160	180	200	220	250	300	350	400	500	600	800	900	1400
	7	100	120	140	140	180	180	200	220	250	300	350	400	500	600	700	800	1000	1400
	8	100	120	140	160	180	200	220	250	300	350	300	450	500	600	700	900	1200	1400
	9	120	140	160	180	200	220	250	300	300	350	400	500	600	700	800	1000	1400	1400
	10	120	140	180	180	200	220	250	250	300	350	400	450	500	600	700	900	1000	1400	1600
	11	140	160	180	200	220	250	300	300	350	400	450	600	800	900	900	1200	1400	1800
A	3-6	140	160	180	200	250	250	300	300	350	400	500	600	700	800	1000	1200	1400	1800
	7	150	180	200	220	250	300	350	350	400	450	500	700	700	900	1000	1400	1600	2000
	8	160	200	220	250	300	350	350	400	450	500	600	700	800	1000	1200	1400	1800	2200
	9	180	200	250	300	300	350	350	450	500	600	700	700	900	1000	1400	1600	1800	2500
	10	200	220	250	300	350	350	450	450	500	600	700	800	1000	1200	1400	1600	2000	2500
	11	200	240	300	350	350	400	450	500	600	700	700	900	1000	1200	1400	1800	2200	3000
	12	220	250	350	350	350	450	500	500	600	700	800	900	1200	1400	1600	2000	2500	3000

Chú thích: E_{cs} - sai lệch nhỏ nhất của chiều dầy răng bánh răng ăn khớp ngoài và trong (có dấu âm)

Bảng 2-86. *Mức khe hở cạnh răng*

(T_C - dung sai chiều dầy răng, μm)

Dạng đối tiếp	Loại dung sai *	Dung sai độ đảo hướng tâm vành răng F_r																			
		Đến 8	>8 ÷10	>10 ÷12	>12 ÷16	>16 ÷20	>20 ÷25	>25 ÷32	>32 ÷40	>40 ÷50	>50 ÷60	>60 ÷80	>80 ÷100	>100 ÷125	>125 ÷160	>160 ÷200	>200 ÷250	>250 ÷320	>320 ÷400	>400 ÷500	>500 ÷630	>630 ÷800
H , E	h	20	22	25	30	30	35	40	45	50	70	70	90	120	140	180	220	250	350	400	500	700
D	d	25	30	30	35	40	45	50	60	70	70	100	120	140	180	220	250	350	450	500	700	700
C	c	35	35	35	45	50	60	70	70	90	100	140	160	180	220	300	350	450	500	700	900	1000
B	b	40	45	50	50	60	70	70	90	100	140	140	180	220	300	350	450	500	700	800	1000	1400
A	a	50	60	60	70	70	80	100	120	140	140	180	220	250	350	400	500	700	800	1000	1200	1400
	x	70	70	70	80	90	100	140	140	160	180	220	250	350	400	500	700	800	1000	1200	1400	1800
	y	80	90	100	100	120	140	140	180	200	250	300	350	450	500	700	800	1000	1200	1400	1800	2500
	z	100	120	120	140	140	160	180	220	250	300	350	450	500	700	800	1000	1400	1400	1800	2200	3000

Độ chính xác các thông số hình học của "phôi bánh răng" tiêu chuẩn không quy định, nó được chọn tuỳ thuộc vào cấp chính xác của bánh răng, công nghệ chế tạo và phương pháp kiểm tra bánh răng. Người ta có thể chọn cấp chính xác và giá trị cho phép của chúng tuỳ theo cấp chính xác của bánh răng, bảng 2-87,[2].

Lắp ghép bánh răng trên trục làm việc có thể chọn theo chỉ dẫn trong bảng 2-88.

Bảng 2-87. *Yêu cầu độ chính xác của phôi bánh răng. (Theo đề nghị của ISO DR 1328)*

Tên yếu tố bề mặt Lỗ bánh răng		Cấp chính xác chế tạo phôi bánh răng						
		4	5	6	7	8	9	10
		Cấp chính xác kích thước phôi bánh răng						
		4	5	6	7	7	8	8
Ngõng trục		4	5	5	6	6	7	7
Đường kính trụ ngoài		7	7	8	8	8	9	9
Độ đảo hướng kính* của mặt trụ ngoài; Độ đảo mặt mút chuẩn µm		0,01d+5	0,016d+10		0,025d+15		0,04d+25	
Nhám bề mặt µm	R_a không >	0,63	0,63	0,63	1,25			
	R_z -					20	40	

Chú thích: d - đường kính của bề mặt xác định độ đảo
* - yêu cầu độ đảo hướng kính mặt trụ ngoài chỉ sử dụng nếu dùng nó làm chuẩn để kiểm tra

Bảng 2-88. *Lắp ghép bánh răng với trục*

Lắp ghép	Điều kiện chọn lắp ghép	Phạm vi sử dụng	Phương pháp tháo lắp
$\frac{H8}{s7}\ \frac{H7}{s6}$	Bánh răng làm việc với tải trọng va đập lớn hoặc với tần số quay n ≥ 30 vòng/s.Vị trí tương đối của các chi tiết được đảm bảo với mọi chế độ làm việc và cho phép lực chiều trục lớn	Truyền động ở cấp chậm của hộp giảm tốc kích thước lớn và trung bình có dùng then.Bánh răng nhỏ của cấp tốc độ thứ 3 trên trục trung gian hộp truyền động của ôtô tải, có dùng then bán nguyệt. Bánh răng nhỏ trên trục bơm dầu của máy kéo.Bánh răng nhỏ trên các trục máy khoan.	ép nóng hoặc ép nguội (có nung hoặc không nung nóng chi tiết)
$\frac{H7}{p6}\ \frac{H7}{r6}$	Khi không có mô men xoắn lớn nhưng mối ghép cần đủ bền, tải trọng va đập và chấn động không lớn, kẹp chặt bổ sung thêm do chịu tác dụng của lực chiều trục nhưng nói chung là không cần thiết.Lắp ghépvới những chi tiết có thành mỏng.	Bánh răng nhỏ của ụ trước máy tiện.Bạc ly hợp trên các trục của hộp giảm tốc	Ép trên máy ép

(tiếp bảng 2-38)

Lắp ghép	Điều kiện chọn lắp ghép	Phạm vi sử dụng	Phương pháp tháo lắp
$\frac{H7}{n6}$: $\frac{H7}{n6}$	Đồng tâm chính xác khi tải va đập và chấn động nhưng rất ít tháo. Tất cả lắp ghép trung gian dùng cho bánh rang chịu tải hướng trục thì cần kẹp chặt bổ sung.	Bánh răng trên trục máy rèn.Bánh răng nhỏ của máy nghiền đá và thiết bị rung. Bánh răng côn và bánh răng lớn của hộp giảm tốc	Trên máy ép, dụng cụ tháo máy búa. Tháo lắp yêu cầu lực lớn.
$\frac{H7}{k6}$ $\frac{H7}{j_s6}$ $\frac{H8}{k6}$	Bánh rang cần tháo lắp thường xuyên và tháo không thuận tiện do ở những vị trí khó thao tác của máy.Lắp ghép H8/k6 đảm bảo đồng tâm khi chiều dài lắp lớn.	Trong lắp ghép trung gian thường sử dụng nhất làH7/k6. Lắp ghép bánh rang trụ và côn của hộp giảm tốc khi làm việc yên tĩnh.Tất cả các dạng bánh rang trong chế tạo dụng cụ đo.Lắp ghép bánh rang thay thế, bánh răng nhỏ trên trục chính máy công cụ	Bằng máy ép, dụng cụ tháo, búa gỗ. Tháo lắp yêu cầu lực không lớn
$H7$ $H8$ $h6$ $h8$ $H8$ $H9$ $h9$ $h8$	Khi cần độ đồng tâm cao ở những bánh rang tháo lắp thường xuyên: H7/h6. Khi yêu cầu độ đồng tâm không cao: H8/h9; H9/h8	Dùng cho bánh rang thay thế trên trục máy cắt kim loại	
$H7$ $g6$	Khi định vị dễ dàng bánh răng thay thế và đảm bảo dịch chuyển tự do dọc trục khi định tâmĩ chính xác	Chuyển dịch các bánh răng của bộ biến tốc	
$H7$ $H8$ $f7$ $f9$ $H8$ $e9$	Dịch chuyển bánh rang bằng tay dọc theo trục. Bánh răng quay tự do trên trục và bánh răng thuộc khớp nối ly hợp.	Lắp ghép các bánh răng quay tự do với tốc độ trung bình: H7/f7; Với tốc độ lớn: H8/f9 ; H8/e9	
$H7$ $e8$	Bánh răng với moayơ lớn khi cần trượt dễ dàng trên trục.	Khối bánh rang chạy lùi của hộp truyền động của ô tô tải	

CHƯƠNG III. CHỌN PHÔI VÀ XÁC ĐỊNH LƯỢNG DƯ GIA CÔNG.

I.Chọn phôi.

1. Chế tạo phôi bằng phương pháp đúc.

Việc chế tạo bằng phương pháp đúc được sử dụng rộng rãi hiện nay vì phôi đúc có hình dạng kết cấu phức tạp và có thể đạt được kích thước từ nhỏ đến lớn mà các phương pháp khác như rèn, dập khó đạt được. Cơ tính và độ chính xác của phôi đúc tuỳ thuộc vào phương pháp đúc và kỹ thuật làm khuôn. Tuỳ theo tính chất sản xuất, vật liệu của chi tiết đúc, trình độ kỹ thuật để chọn các phương pháp đúc khác nhau.

Tính chất của vật đúc, theo các phương pháp đúc khác nhau được giới thiệu ở bảng 3-1.

Để nâng cao năng suất của quá trình đúc, nâng cao độ chính xác kích thước và chất lượng bề mặt của vật đúc người ta thường sử dụng các hệ thống tự động trong đó dùng các cơ cấu mới để làm chặt hỗn hợp cát, sử dụng các sơ đồ điện tử để điều khiển quá trình công nghệ và tính toán để chọn ra chế độ đúc tối ưu.

Việc sử dụng rô bốt công nghiệp trong công nghệ đúc (như quét lớp sơn bao phủ, rót kim loại vào khuôn. . .) sẽ bảo vệ được người công nhân tránh được tác hại của bụi, khói, nhiệt và xỉ kim loại.

Sử dụng hỗn hợp cát khuôn lỏng sẽ nâng cao được năng suất lao động, giảm tiêu hao lao động cho việc chế tạo khuuôn và chế tạo thao xuống 3 ÷ 5 lần, có thể loại trừ lao động thủ công và cho phép hoàn toàn cơ khí hoá và tự động hoá sản xuất việc chế tạo khuôn và thao không phụ thuộc vào kích thước, hình dạng và loại chi tiết đúc.

Khi sản xuất các chi tiết đúc khổng lồ, việc sử dụng các khuôn có thể điều chỉnh được việc làm nguội cho phép rút ngắn thời gian làm nguội so với việc để nguội trong tự nhiên (ví dụ, đối với chi tiết đúc có trọng lượng từ 20 ÷ 200 tấn thì có thể giảm được 2 lần).

Sản lượng hàng năm của chi tiết đúc được giới thiệu ở bảng 3-2.

Sai lệch cho phép của chi tiết đúc bằng gang, thép được giới thiệu ở bảng 3-3.

Chi tiết đúc chính xác cấp I được bảo đảm bằng các mẫu kim loại cùng với việc cơ khí hoá việc chế tạo khuôn, sấy khô và rót kim loại. Phương pháp này được sử dụng trong điều kiện sản xuất hàng khối, dùng để tạo nên các chi tiết đúc có hình dạng phức tạp và thành mỏng.

Chi tiết đúc chính xác cấp II nhận được nhờ các mẫu gỗ, dùng khuôn kim loại dễ tháo lắp và sấy khô. Phương pháp này thường dùng trong dạng sản xuất hàng loạt.

Chi tiết đúc cấp chính xác cấp III thường đúc trong khuôn cát, chế tạo khuôn bằng phương pháp thủ công. Phương pháp này thuận lợi khi chế tạo các chi tiết đúc có hình dạng, kích thước, trọng lượng bất kỳ từ những hợp kim đúc khác nhau trong dạng sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ.

Sai lệch cho phép của kích thước chi tiết đúc bằng kim loại mầu và kim loại đen cho ở bảng 3-4.

Tính công nghệ trong kết cấu của chi tiết đúc được biểu hiện bằng các điều kiện tạo hình, rót kim loại dễ dàng, tính đông cứng, tạo vết nứt...Các yếu tố: góc nghiêng, chiều dầy chi tiết đúc, các kích thước tương quan v . v.... ảnh hưởng nhiều tới các nguyên công cơ bản của quá trình công nghệ đúc.

Tính công nghệ trong kết cấu của chi tiết đúc được giới thiệu ở bảng 3-5 ÷ 3-7.

Ảnh hưởng lớn đến tính công nghệ khi gia công các chi tiết đúc là sự xuất hiện các lỗ. Trong dạng sản xuất hàng khối người ta thường đúc ra các lỗ có đường kính lớn hơn 20 mm, còn dạng sản xuất hàng loạt thì lớn hơn 30 mm, dạng sản xuất đơn chiếc thì lên tới 50 mm.

Các bậc dầy hơn 25 mm và các rãnh có chiều sâu lớn hơn 6 mm trên các vật đúc nhỏ và vừa đều được tạo nên ngay từ khi đúc.

Nếu tỷ lệ tương quan giữa chiều dầy của các vách là 1:2 thì tại chỗ chuyển đổi ta phải tạo nên góc lượn.

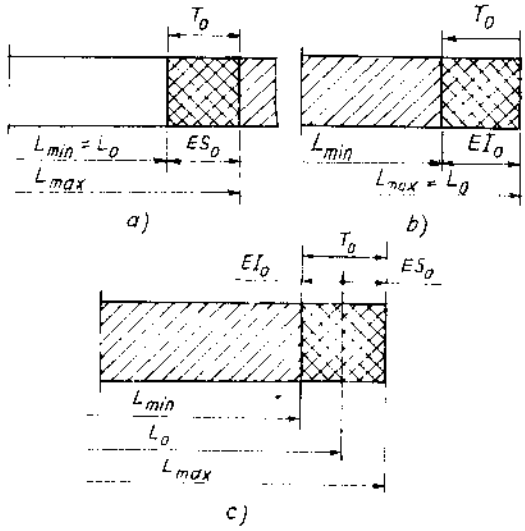
Bảng 3-8 - giới thiệu tuổi bền của khuôn.

Bảng 3-9 - giới thiệu tóm tắt các đặc tính công nghệ của các phương pháp tiện cắt đứt và làm sạch chi tiết đúc. Chế độ gia công nhiệt chi tiết đúc được chỉ ra ở bảng 3-10.

Dung sai kích thước chi tiết đúc.

Độ chính xác chi tiết đúc được đạc trưng bởi dung sai kích thước theo giá trị danh nghĩa của chungs. Để đánh giá độ chính xác một cách gần đúng thì có thể sử dụng các số liệu cho ở bảng 3-11.

Vùng dung sai kích thước của các bộ phận được giới thiệu ở hình 3-1.



Hình 3-1. *Các kiểu bố trí vùng dung sai của chi tiết đúc.*

T_0 - dung sai kích thước chi tiết đúc.

ES_0 - Sai lệch trên.

EI_0 - Kích thước danh nghĩa của chi tiết đúc.

Theo một phía, đối với các bộ phận của chi tiết đúc, vùng dung sai được đặt vào từng phần và không chịu gia công cơ, như vậy đối với các bộ phận bao, như dạng "lỗ" - "dương" (hình 3-1a) còn bị bao như dạng "trục" - "âm" (hình 3-1b).

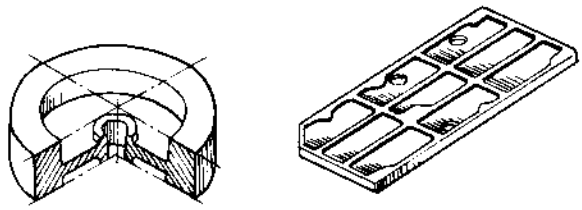
Dạng đối xứng - dùng cho tất cả các kích thước còn lại của chi tiết đúc kể cả có gia công cơ và không gia công cơ.(hình 3-1c)

Các số liệu phỏng chừng về độ chính xác yêu cầu của kích thước chi tiết đúc theo ý nghĩa công dụng của chi tiết đúc cho trong bảng 3-12, còn bảng 3-13 cho các số liệu về độ chính xác kích thước về độ nhám bề mặt của chi tiết đúc theo các phương pháp đúc cơ bản và các vật liệu đúc.

Độ chính xác kích thước chi tiết đúc không những phụ thuộc vào công nghệ sản xuất mà còn phụ thuộc phần lớn vào kích thước và độ phức tạp của chúng. Chính vì thế mà ngay trong cùng một chi tiết đúc, độ chính xác của từng bộ phận của chúng cũng khác nhau.

Việc phân loại các chi tiết đúc theo độ chính xác được tiến hành dựa theo bảng thống kê giá hàng hoá. Theo đó chi tiết đúc được chia ra 5 nhóm phức tạp:

Nhóm I: bao gồm các chi tiết đúc có hình thù đơn giản: phẳng, tròn hoặc bán cầu; mặt ngoài - bằng phẳng hoặc bề mặt có các vấu lồi không cao, các mặt bích, lỗ, vấu lồi, hốc hõm. Các mặt tròn ngoài được chế tạo không có lõi hoặc không có phần tháo rời. Các hốc thì không được sâu và được tạo nên một cách dễ dàng nhờ các thỏi hoặc các lõi đơn giản; các mặt trong phẳng, không có các vấu lồi hoặc lỗ sâu (hình 3-2).



Hình 3-2.*Vật đúc thuộc nhóm phức tạp I.*

Nhóm II: bao gồm các chi tiết đúc có dạng hình học đơn giản như: phẳng, tròn hoặc bán cầu, dạng hộp hở. Các bề mặt ngoài phẳng hoặc cong có thêm các vấu lồi, mặt bích, các cửa, cùng với các lỗ có đường viền quanh đơn giản.Các bộ phận được tạo nên nhờ việc sử dụng các lõi. Các hốc bên trong đơn giản, có chiều dài và độ cao lớn(hình 3-3).

Bảng 3-1. *Các phương pháp đúc, đặc tính và phạm vi công dụng*

Các phương pháp đúc	Trọng lượng chi tiết đúc, T	Vật liệu	Phạm vi công dụng và đặc điểm của từng phương pháp
Các dạng khác nhau			
Làm khuôn bằng tay: Mặt đáy ở trên	Tới 200	Thép, gang xám, gangdẻo, gang có độ bền cao, kim loại mầu và các hợp kim.	Đế, vỏ máy, bệ, vỏ khối xilanh, đế máy búa, dầm xà.
Theo mẫu	Tới 100		Vật đúc có dạng tròn xoay (bánh răng, vành khăn, đĩa, ống, bánh đà v . v .)
Trong hòm khuôn lớn			Đế, ụ, vỏ hộp tốc độ, vỏ khối xilanh
Trong hòm khuôn tháo lắp có thao bằng hỗn hợp đông cứng nhanh	Tới 35		Đế các máy tổ hợp, máy cắt đứt, máy chồn ép. Nó cho phép giảm lượng dư từ 25 ÷30% và giảm tiêu hao lao động gia công cơ tới 25 ÷ 30%
Trong lớp đáy cùng với mặt trên của hòm khuôn có lớp phủ bề mặt bằng hỗn hợp đông cứng nhanh	Tới 25		Các đế, bệ, thân máy nổ. Cho phép giảm tiêu hao lao động để chế tạo phôi và gia công cắt gọt sau này nhờ việc giảm lượng dư gia công từ 10 ÷ 18 %
Trong các lõi	Tới 2		Chi tiết đúc có các bề mặt cạnh, gân phức tạp (đầu vỏ khối xilanh, phần định hướng)
Trong mặt đáy hở	Tới 0,15		Chi tiết đúc không yêu cầu gia công cơ (tấm, phiến...)
Trong hòm khuôn nhỏ và trung bình	Tới 0,1		Tay gạt,bánh răng,bạc, tay đòn,vấu ly hợp, nắp.
Làm khuôn máy: Trong hòm khuôn lớn	Tới 2		Các ụ máy, hộp chạy dao, các thân máy không lớn
Trong hòm khuôn nhỏ và trung bình	Tới 0,1		Bánh răng, vòng bi, vấu ly hợp, bánh đà. Cho phép tạo được các chi tiết đúc có độ chính xác cao hơn nhưng độ bóng bề mặt thấp
Đúc trong khuôn vỏ mỏng Khuôn hỗn hợp cát - chất dẻo	Tới 0,15	Thép, gang, Hợp kim mầu	Các chi tiết đúc định hình trong dạng sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối
Khuôn có các vách mỏng, cứng, hoá chất.(10 ÷ 20 mm)	Tới 0,2		Các chi tiết đúc định hình nhỏ và trung bình
Khuôn có các vách dầy, cứng hoá chất.(50 ÷ 150 mm)	Tới 40		Chi tiết đúc lớn (thân máy ép, máy cán...)

(tiếp bảng 3-1)

Các phương pháp đúc	Trọng lượng chi tiết đúc, T	Vật liệu	Phạm vi công dụng và đặc điểm của từng phương pháp
Khuôn vỏ mỏng nước thuỷ tinh	Tới 0,1	Thép cacbon, thép không gỉ,các hợp kim cơ-ban, crôm, hợp kim nhôm, đồng thau	Chi tiết đúc chính xác, có độ bóng bề mặt thấp trong dạng sản xuất hàng loạt.
Đúc theo mẫu chảy	Tới 0,15	Thép hợp kim cao (do loại trừ kim loại kiềm nhờ lớp vỏ bọc silic)	Cánh tuabin, các van, miệng phun, bánh răng, dụng cụ cắt, các chi tiết của các dụng cụ đo . Các lõi bằng gốm cho phép chế tạo các vật đúc có bề dầy 0,3mm và đường kính lỗ tới 2 mm
Đúc theo mẫu hoà tan	Tới 0,15	Titan, thép có độ bền nhiệt.	Cánh tuabin, các chi tiết của các dụng cụ . Các mẫu dưới dạng muối làm giảm độ bóng bề mặt chi tiết đúc.
Đúc theo mẫu làm lạnh	Tới 0,14		Chi tiết đúc có vách mỏng (vách mỏng nhất đạt tới 0,8 mm, đường kính lỗ tới 1 mm)
Đúc trong các dạng khuôn khác: Khuôn thạch cao	Tới 0,1	Thép gang, kim loại mầu và hợp kim	Chi tiết đúc lớn và trung bình trong dạng sản xuất hàng loạt
Khuôn xi măng cát	70		
Khuôn gạch	200		
Khuôn thạch anh-samốt	100		
Khuôn đất sét	50		
Khuôn graphít	0,014		
Khuôn bằng đá	0,03		
Khuôn kim loại gốm , gốm	0,025		
Đúc trong khuôn kim loại có mặt phân khuôn nằm ngang, thẳng đứng và tổng hợp	7(gang);4(thép) 0,5(kim loại mầu và hợp kim)	Thép, gang, kim loại mầu vf hợp kim	Chi tiết đúc định hình trong dạng sản xuất hàng loạt lớn và khối (pittông, thân máy, đĩa hộp chạy dao, bàn trượt)
Đúc trong khuôn hợp kim có lớp trát phủ	0,25	Thép pherit và autenit	Cánh công tác của bánh xe tu[illegible] bin thuỷ lực, trục khuỷu, hộp, nắp hộp. v. v. .
Đúc áp lực Trên các máy ép nằm ngang và thẳng đứng	0,1	Thép và các hợp kim chì, thiếc, kẽm, nhôm, magiê	Chi tiết đúc có hình dạng phức tạp (khuỷu nối chữ T, bánh xe, vành động cơ,các chi tiết dụng cụ, thân động cơ).

(tiếp bảng 3-1)

Các phương pháp đúc	Trọng lượng chi tiết đúc, T	Vật liệu	Phạm vi công dụng và đặc điểm của từng phương pháp
Có sử dụng chân không	0,05	Hợp kim đồng	Các chi tiết đúc có hình thù đơn giản
Đúc li tâm trên máy: Có trục quay thẳng đứng	0,05	Gang thép, đồng .v.v...	Chi tiết đúc tròn xoay, các phôi có hai lớp (gang-đồng; thép-gang) khi l/d < 1
Có trục nằm ngang	0,6		Các ống, bạc, sơ mi xilanh, trục khi l/d > 1
Có trục quay nghiêng(góc nghiêng $3 \div 6^0$)	1,0		Ống, trục, thỏi thép đúc.
Thẳng đứng nhưng không trùng với tâm hình học của chi tiết đúc	0,01		Các chi tiết đúc định hình, không phải là vật tròn xoay (cánh tay đòn, chạc, guốc hãm...)
Dập các hợp kim lỏng	Tới 0,30	Hợp kim mầu	Các thỏi đúc, chi tiết đúc định hình có các lỗ, hốc sâu. (cánh tuabin, các chi tiết của các thiết bị chịu áp lực).
Đúc liên tục	Ống có đường kính từ 300 đến 1000 mm	Thép, gang, hợp kim và kim loại mầu	Các loại phôi có tiết diện tròn

Bảng 3-2. *Sản lượng hàng năm của chi tiết đúc (Chiếc)*

Trọng lượng vật đúc kG	Dạng sản xuất				
	Đơn chiếc	Loạt nhỏ	Loạt vừa	Loạt lớn	Hàng khối
Đến 20	Đến 300	300-3.000	3.000-35.000	35000-200.000	> 200.000
>20 ÷100	Đến 150	150÷2.000	2.000÷15.000	15.000÷100.000	>100.000
>100÷500	Đến 75	75÷1.000	1.000÷6.000	6.000÷40.000	>40.000
>500÷1000	Đến 50	50÷600	600÷3000	3.000÷20.000	>20.000
>1000÷5000	Đến 20	20÷100	100÷300	300÷4.000	>4.000
>5000÷10000	Đến 10	10÷50	50÷150	150÷1.000	>1.000
>10000	Đến 5	5÷25	25÷75	>75	

Bảng 3-3. *Sai lệch cho phép kích thước chi tiết đúc bằng gang và thép (mm)*

Kích thước biên lớn nhất	Kích thước danh nghĩa										
	Đến 50	50 ÷120	120 ÷260	260÷ 500	500 ÷800	800 ÷1250	1250 ÷2000	2000 ÷3150	3150 ÷5000	5000 ÷6300	6300 ÷10000
Chính xác cấp I											
Đến 120	0,2	0,3									
>120÷260	0,3	0,4	0,6								
>260÷500	0,4	0,6	0,8	1,0							
>500÷1250	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6					
>1250÷3150	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0			
>3150÷5000	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0		
Chính xác cấp II											
Đến 260	0,5	0,8	1,0								
>260÷500	0,8	1,0	1,2	1,5							
>500÷1250	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0					
>1250÷3150	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0			
>3150÷6300	1,5	1,8	2,2	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	9,0	12,0	
Chính xác cấp III											
Đến 500	1,0	1,5	2,0	2,5							
>500÷1250	1,2	1,8	2,2	3,0	4,0	5,0					
>1250÷3150	1,5	2,0	2,5	3,5	5,0	6,0	7,0	9,0			
>3150÷6300	1,8	2,2	3,0	4,0	5,5	6,5	8,0	10,0	12,0	15,0	
>6300÷10000	2,0	2,5	3,5	4,5	6,0	7,0	9,0	11,0	14,0	17,0	20,0

Bảng 3-4. *Sai lệch cho phép kích thước chi tiết đúc bằng hợp kim và kim loại màu (mm).*

Kích thước danh nghĩa chi tiết đúc	Đúc trong khuôn cát		Đúc trong khuôn vỏ		Đúc mẫu nóng chảy		Đúc ly tâm		Đúc áp lực	
	Cấp chính xác chi tiết đúc									
	II	III	II	III	II	III	II	III	II	III
1	*2*		*3*		*4*		*5*		*6*	
Đến 10	0,4	0,8	0,2	0,4	0,12	0,2	0,2	0,4	0,1	0,12
	0,6	1,6	0,3	0,6	0,24	0,3	0,3	0,6	0,2	0,24
>10 ÷ 18	0,4	0,8	0,24	0,4	0,16	0,24	0,24	0,4	0,12	0,16
	0,6	1,6	0,4	0,6	0,24	0,4	0,4	0,6	0,24	0,24
>18 ÷ 30	0,5	0,8	0,3	0,5	0,2	0,3	0,3	0,5	0,14	0,2
	0,8	1,6	0,5	0,8	0,3	0,5	0,5	0,8	0,28	0,3
>30 ÷ 50	0,6	1,0	0,4	0,6	0,24	0,4	0,4	0,6	0,17	0,24
	1,0	1,6	0,6	1,0	0,4	0,6	0,6	1,0	0,34	0,4
>50 ÷ 80	0,8	1,2	0,5	0,8	0,5	0,8	0,5	0,8	0,3	0,5
	1,2	2,0	0,8	1,2	0,8	1,2	0,8	1,2	0,5	0,8
>80 ÷ 120	1,0	1,6	0,6	1,0	0,6	1,0	1,0	1,6	0,4	0,6
	1,6	2,5	1,0	1,6	1,0	1,6	1,6	2,5	0,6	1,0
>120 ÷ 180	1,2	2,0	1,2	2,0	0,8	1,2	1,2	2,0	0,5	0,8
	2,0	3,0	2,0	3,0	1,2	2,0	2,0	3,0	0,8	1,2

1	2		3		4		5		6	
	II	III	II	III	II	III	II	III	II	III
>180 ÷ 260	1,6 2,4	2,4 4,0	1,6 2,4	2,4 4,0	1,0 1,6	1,6 2,4	1,6 2,4	2,4 4,0	0,6 1,0	1,0 1,6
>260 ÷ 360	1,8 3,0	3,0 4,5	1,8 3,0	3,0 4,5	1,2 1,8	1,8 3,0	1,8 3,0	3,0 4,5	0,8 1,2	1,2 1,8
>360 ÷ 500	2,2 3,6	3,6 5,5	2,2 3,6	3,6 5,5	1,4 2,2	2,2 3,6	2,2 3,6	3,6 5,5		1,4 2,2
>500 ÷ 630	4,0 6,4	6,4 10,0	2,4 4,0	4,0 6,4	1,6 2,4	2,4 4,0	2,4 4,0	4,0 6,4		1,6 2,4
>630 ÷ 800	5,0 8,0	8,0 12,0	3,0 5,0	5,0 8,0		3,0 5,0	3,0 5,0	5,0 8,0		
>800 ÷ 1000	5,6 9,0	9,0 14,0	3,6 5,6	5,6 9,0		3,6 5,6	3,6 5,6	5,6 9,0		
>1000 ÷ 1250	6,4 10,0	10,0 16,0	4,0 6,4	6,4 10,0		4,0 6,4	4,0 6,4	6,4 10,0		
>1250 ÷ 1600	8,0 12,0	12,0 20,0	5,0 8,0	8,0 12,0		5,0 8,0	5,0 8,0	8,0 12,0		
>1600 ÷ 2000	9,0 14,0	14,0 22,0		9,0 14,0				9,0 14,0		

Chú thích: Từ số dùng cho dung sai kích thước chi tiết đúc từ khuôn liền một khối, mẫu số dùng cho chi tiết đúc từ khuôn có nhiều phần hoặc có lõi

Bảng 3-5. *Chiều dầy vách chi tiết đúc (mm).*

Vật liệu	Đặc tính của chi tiết đúc	Chiều dầy nhỏ nhất của vách	Vật liệu	Đặc tínhcủa chi tiết đúc	Chiều dầy nhỏ nhất của vách
Đúc trong khuôn cát			Đúc trong khuôn cát		
1	2	3	1	2	3
Thép cac bon	Nhỏ(< 2kg) Trung bình (2÷50kg) Lớn (> 50 kg)	8 12 20	Đồng-thiếc	Khoảng choán lớn nhất của vách Đến 50 mm 50 ÷ 100 mm 100 ÷ 200 mm 200 ÷ 600 mm	 3 5 6 8
Thép hợp kim Thấp	Lớn hơn từ 20 ÷ 40 % so với chi tiết đúc bằng thép cacbon				
Gang xám	Nhỏ(< 2kg) Trung bình (2÷50kg) Lớn (> 50 kg)	3 ÷ 4 6 ÷ 8 10 ÷ 20	Đồng đỏ, đồng thau	Nhỏ(< 2kg) Trungbình (2÷50kg)	tới 6 tới 8

(tiếp bảng 3-5)

1	2	3	1	2	3
Gang có độ bền cao	Lớn hơn từ 15 ÷ 20 % so với chi tiết đúc bằng gang xám		Đồng đỏ - silic		Tới 4
Gang rèn	Kích thước bề mặt vách (mm) 50 x50 100 x 100 200 x 200 350 x 350 500 x 500	 2,5 ÷ 3,5 3 ÷ 4 3,5 ÷ 5,5 4 ÷ 5,5 5 ÷ 7	Hợp kim nhôm	Khoảng choán lớn nhất của vách Tới 200 Từ 200 ÷ 800	 3 ÷ 5 5 ÷ 8
Hợp kim magiê	Nhỏ Trung (khoảng choán không quá 400 mm)	4 6	Hợp kim kẽm		Tới 3
Đúc trong khuôn kim loại			Đúc trong khuôn kim loại		
Hợp kim magiê Hợpkim nhôm Đồng đỏ	Diện tích vách tới 30 cm^2	3 3 ÷ 4 4 ÷ 6	Gang	Diện tích vách Tới 25 cm^2 >25 ÷ 125 >125	 4 6 15
			Thép		8 ÷ 10

Đúc theo mẫu chảy

Vật liệu	Chiều dầy vách theo kích thước chi tiết đúc (mm).									
	Từ 10 ÷ 50		50 ÷ 100		100 ÷ 200		200 ÷ 350		>350	
	Danh nghĩa	Nhỏ	Danh nghĩa	Nhỏ	Danh nghĩa	Nhỏ	Danh nghĩa	Nhỏ	Danh nghĩa	Nhỏ
Hợp kim chì thếc	1-1,5	0,7	1,5-2	1,0	2-3	1,5	2,5-3,5	2	3-4	2,5
Hợp kim kẽm Gang	1,5-2	1,0	2-3	1,5	2,5-3,5	2,0	3-4	2,5	3,5-5	3
Hợp kim đồng magiê và nhôm	1,5-2	1,0	2-3,5	1,5	2,5-4	2,0	3-4,5	2,5	4-5	3,5
Thép cacbon	2-2,5	1,5	2,5-4	2,0	3,0-4	2,5	3,5-5	3	4-7	3,5
	2-2,5	1,5	2,5-4	2,0	3,5-5	2,5	3,5-6	3	5-7	4

Cho phép vách có chiều dầy 0,75 mm nếu vách có chiều dài không quá 8 ÷ 10 mm

Đúc dưới áp lực

Hợp kim	Chiều dầy vách đúc (mm) theo diện tích bề mặt liền(cm^2)				
	Tới 25	>25-100	>100-225	>225-400	>400-1000
Thiếc - chì	0,6	0,7	1,1	1,5	
Kẽm	0,8	1,6	1,5	2,0	3,0
Magiê	1,3	1,8	2,5	3,0	4,0
Nhôm	1,0	1,5	2,0	2,5	4,0
Đồng	1,5	2,0	3,0	3,5	4,0

Chú thích: Đối với thép thì chiều dầy hợp lý là 3 mm

Đúc trong khuôn vỏ mỏng

Đặc điểm của chi tiết đúc	Chiều dầy vách, mm
Nhỏ, không kể các chi tiết đúc bằng thép	2 ÷ 2,5
Trung bình và các chi tiết đúc bằng thép	3 ÷ 4

Chú thích: 1/ Khi chiều dầy vách 10 - 12 mm, trên vật đúc có thể tạo được các lỗ có đường kính 6 mm và lớn hơn theo mẫu (không có lõi).

2/ Đối với các chi tiết đúc bằng thép, bán kính góc lượn ≥ 3 mm

3/ Góc chuyển tiếp để tạo nên các thành dầy khác nhau trên chi tiết đúc 30-45°

Bảng 3-6. *Kích thước của lỗ và ren trong các chi tiết đúc*

Đúc theo mẫu chảy					
Đường kính lỗ (mm)	Chiều sâu lỗ, mm		Đường kính lỗ (mm)	Chiều sâu lỗ, mm	
	Lỗ thủng	Lỗ tắc		Lỗ thủng	Lỗ tắc
Đến 5	5÷10	Đến 5	40 ÷ 60	120÷200	30÷80
>5÷10	10÷30	5÷15	60÷100	200÷300	80÷100
>10÷20	30÷60	15÷25	100	300÷350	100÷200
>20÷40	60÷120	25÷30			

Đúc dưới áp lực					
Hợp kim	Kích thước lỗ, mm			Độ côn không nhỏ hơn	Thông số ren, mm	
	Đường kính nhỏ nhất	Lỗ thủng	Lỗ tắc		Bước nhỏ nhất	Đường kính nhỏ nhất
Kẽm	1,5	3d	6d	$0^0 30'$	0,75	6(10)
Magiê	2,0	3d	4d	$1^0 00'$	1,0	6(15)
Nhôm	2,5	3d	4d	$1^0 00'$	1,0	10(20)
Đồng	5,0	3d	4d	$1^0 30'$	1,5	12(-)

Đúc trong khuôn kim loại, khuôn vỏ mỏng, khuôn cát					
Hợp kim	Kích thước lỗ, mm			Đường kính nhỏ nhất của ren, mm	
	Đường kính nhỏ nhất	Lỗ thủng	Lỗ tắc	ngoài	trong
Kẽm	8	2d	3d		
Magiê	8	2d	3d		
Nhôm	8	2d	3d	6	20
Đồng	10	1,5d	2d	6	25

Chú thích:

1/ Kích thước của ren khi đúc áp lực, các số liệu không có dấu ngoặc dùng cho mặt ngoài, số liệu trong dấu ngoặc dùng cho mặt trong.

2/Khi đúc trong khuôn cát, kích thước nhỏ nhất của khuôn đúc được lấy như sau:

Chi tiết đúc bằng gang lấy 10mm khi chiều dầy vách 8÷10mm;15mm khi chiều dầy vách 20÷30mm; 18mm khi chiều dầy vách 40÷50mm.

Chi tiết đúc bằng thép thì lấy 25mm khi chiều dầy < 40mm;lấy 30mm khi chiều dầy 40÷60mm; lấy 35÷40mm khi chiều dầy vách lớn hơn 60 mm.

Bảng 3-7. *Góc nghiêng, bán kính lượn, khoảng cách giữa các mặt bích(vấu),chiều cao vấu lồi và các bề mặt*

Góc nghiêng hình thành mặt ngoài của mẫu hoặc mặt trong của lõi

Chiều cao đo được của bề mặt mẫu	Góc nghiêng(không lớn) mẫu				Chiều cao đo được của bề mặt mẫu mm	Góc nghiêng(không lớn) mẫu			
	Mẫu chảy	Khuôn vỏ mỏng	kim loại	gỗ		Mẫu chảy	Khuôn vỏ mỏng	kim loại	gỗ
Đến 20	$0^0 20'$	$0^0 45'$	$1^0 30'$	$3^0 00'$	200÷300		$0^0 20'$	$0^0 30'$	$0^0 30'$
20÷50	$0^0 15'$	$0^0 30$	$1^0 00'$	$1^0 30'$	300÷800			$0^0 20'$	$0^0 30$
50÷100	$0^0 10'$	$0^0 30$	$0^0 45'$	$1^0 00'$	800÷2000				$0^0 20'$
100÷200		$0^0 20'$	$0^0 30$	$0^0 45'$	2000				$0^0 15'$

Chú thích:

1/ Góc nghiêng tạo hình được chọn như sau:

a) Cho các bề mặt gia công có lượng dư mặt trên cho gia công cơ nhờ tăng kích thước đúc.

b)Cho các bề mặt không gia công, không tiếp xúc với mặt khác thì đồng thời tăng hoặc

giảm kích thước chi tiết đúc.

c) Cho các bề mặt không gia công nhưng lại tiếp xúc với các chi tiết khác thì có thể giảm, tăng hoặc tăng đồng thời cả tăng cả giảm các kích thước chi tiết đúc.

2/Góc nghiêng ở những vị trí có bề dầy không lớn (mặt bích, vấu lồi..) thường lấy $30 \div 45^0$

3/ Trên các gân tăng cứng vững góc nghiêng thường lấy $5 \div 8^0$

Góc nghiêng tạo hình trên những thỏi đúc, khối đúc

Chiều cao đo được của bề mặt mẫu h6 (mm)	Góc nghiêng (không vượt quá) đối với mẫu		Chiều cao đo được của bề mặt mẫu h6 (mm)	Góc nghiêng (không vượt quá) đối với mẫu	
	Kim loại	Gỗ		Kim loại	Gỗ
Đến 20	3^0	3^0	100÷300	$0^045'$	$1^000'$
20÷50	2^0	$2^030'$	300÷800	$0^030'$	$0^045'$
50÷100	1^0	$1^030'$	>800		$0^030'$

Chú thích:

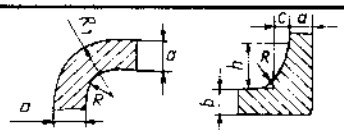
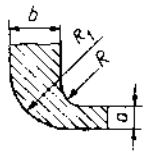
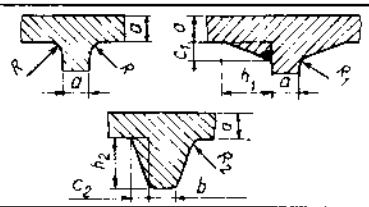
1/ Góc nghiêng tạo hình cho khi d/ h6>1.

Khi tỷ số d/ h6 ≤ 1, trong đó d là đường kính hoặc bề dầy nhỏ nhất của khối đúc, mặt trong của khối đúc có thể tạo ra bởi lõi.

2/ Đối với các thỏi đúc, được hạ thấp cùng với mặt trên của hòm khuôn thì góc nghiêng tạo hình có thể tăng lên 2 lần.

3/ Góc nghiêng tạo hình trong các hốc, lõi được chọn giống như góc nghiêng của các bề mặt ngoài khác nhau của mẫu.

Bán kính góc lượn trên chi tiết đúc

Hình vẽ	Thông số	Giá trị nhỏ nhất của các thông số theo loại đúc	
		Trong khuôn cát	Trong khuôn kim loại
	R R_1 c h	a/2 a+R $2\sqrt{b-a}$ 8c	a/3 a+R $2\sqrt{b-a}$ 8c
	R R_1	$\frac{a+b}{4}$ $R + \frac{a+b}{2}$	$\frac{a+b}{6}$ $R + \frac{a+b}{2}$
	R R_1 và R_2 c_1 h_1 c_2 h_2	a/2 (a + b)/4 $2\sqrt{b-a}$ 8c $1,5\sqrt{b-a}$ 12c	a/3 (a + b)/6 $2\sqrt{b-a}$ 8c $1,5\sqrt{b-a}$ 12c

Chú thích:

1/ Trị số góc lượn đúc được lấy: 1, 2, 3, 5, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 40 mm

2/ Trong cùng một chi tiết đúc, số lượng góc lượn khác nhau phải là nhỏ nhất.

Bán kính góc lượn và góc nghiêng cho chi tiết đúc dưới áp lực

Hợp kim	Bán kính góc lượn (mm)	Góc nghiêng, % từ chiều cao của vách đối với bề mặt	
		Ngoài	Trong
Thiếc - chì	0,5		
Kẽm	1,0	0,3 ÷ 0,5	0,5 ÷ 1,0
Magiê	1,0	0,5 ÷ 1,0	1,0 ÷ 2,0
Nhôm	1,0	0,5 ÷ 1,0	1,0 ÷ 1,5
Đồng	1,6	0,5 ÷ 1,0	1,0 ÷ 2,0

(tiếp bảng 3-7)

Khoảng cách nhỏ nhất giữa tâm các vấu và các đầu rót			Chiều cao nhỏ nhất của các vấu và mặt lõi		
Đường kính ren để kẹp chặt (mm)	Khoảng cách (mm) khi đúc		Kích thước lớn nhất của chi tiết đúc (chiều dài hoặc cao) mm	Đúc	
	Trong khuôn cát	Dưới áp lực và trong khuôn kim loại		Trong khuôn cát	Khuôn kim loại, dưới áp lực hoặc vỏ mỏng
Đến M4	25	15	Đến 50	3	2
>M4 ÷ M6	30	18	>50 ÷ 250	3,5	2,5
>M6 ÷ M10	35	22	>250÷500	4	
>M10 ÷ M14	40	30	>500÷750	5	
>M14 ÷ M18	50	38	>750÷1000	6	

Bảng 3-8. *Tuổi thọ khuôn đúc*

Đúc trong khuôn kim loại				Đúc ly tâm		
Vật liệu khuôn	Vật liệu của chi tiết đúc	Đặc điểm chi tiết đúc	Số lần đúc	Vật liệu khuôn	Vật liệu của chi tiết đúc	Số lần đúc
Gang	Thép	Nhỏ Trung bình Lớn Rất lớn	100÷500 60÷100 30÷50 10÷30	Gang xám Gang crôm-niken	Gang Gang	300÷400 100÷1500
Gang	Gang	Nhỏ Trung bình Lớn	1000÷5000 100÷500 25÷100	Thép crôm-niken Gang xám	Thép Hợp kim nhôm	2000÷3000 5000÷6000
Gang	Đồng		3000	Đúc trong khuôn vỏ mỏng		
Thép	Đồng Nhôm Magiê Hợp kim kẽm Hợp kim thiếc- chì		10.000 50.000 75.000 160.000 200.000	Vật liệu khuôn		Số lần đúc
				Hợp kim nhôm Thép hoặc gang Thạch cao(đối với các vỏ thuộc thuỷ tinh)		5000÷10.000 100.000 15÷20
Đúc theo mẫu chảy				Đúc dưới áp lực		
Vật liệu làm khuôn		Số lần đúc		Vật liệu đúc		Số lần đúc
Thép Xi măng Hợp kim dẻo nhẹ, hợp kim đồng-nhôm,kẽm		100.000 100 và lớn hơn 1000		Hợp kim thiếc - chì Hợp kim kẽm Hợp kim magiê Đồng thau Đồng đỏ		50.000 và lớn hơn 10.000÷20.000 30.000÷75.000 10.000÷15.000 3.000÷10.000

Chú thích:

1/ Khi đúc các chi tiết có thành dầy bằng đồng thau thì độ bền của khuôn giảm đi 5.000, còn khi chế tạo các chi tiết đúc có thành mỏng thì tăng lên tới 20.000.

2/ Khi đúc trong khuôn không hoàn toàn cố định, được chế tạo từ các vật liệu cản nhiệt cao, thì độ bền của khuôn là 10 ÷ 700 lần.

Bảng 3-9. *Đặc tính tóm tắt của các phương tiện để cắt đứt và làm sạch các chi tiết đúc*

Cắt đứt chi tiết đúc		
Tên thiết bị	Tài liệu kỹ thuật	Năng suất (theo giờ)
Chặt khí nén	Chiều dài phần cắt 300 ÷ 400 mm. Trọng lượng phần gây va chạm 0,2 ÷0,6 kG. Tần số va chạm 1000 ÷ 2120 trong 1phút	Từ 15 ÷ 20 m trên chiều dầy 4 6 mm

(tiếp bảng 3-9)

Cưa đai	Tốc độ cắt 30 m/ph. Lượng chạy dao lớn nhất tới 200 mm/ph. Chiều dầy cắt tới 2 mm	Khi trọng lượng chi tiết đúc < 50kG thì: Với thép: 12 dm^2 kim loại mầu: 25dm^2
Cưa đĩa	Đường kính cưa 400 ÷ 1300mm. Chiều rộng mạch cắt 4 ÷ 8 mm. Vòng quay tới 1200 vòng/phút	60 lưỡi dao cho các chi tiết đúc có trọng lượng dưới 50 kG.
Máy mài có trục mềm	Đường kính đá tới 250 mm. Tốc độ đá 3000 vòng/phút. Bề dầy đá tới 40 mm	Dưới 0,3 T chi tiết đúc trung bình và lớn
Cắt bằng khí đốt	Chiều dầy cắt lớn nhất có thể đạt tới 300mm. Tiêu hao ôxy 24 m^3/h.Tiêu hao axêtylen 0,9 ÷ 1,2 m^3/h	4 ÷ 15 m
Máy ép lệch tâm	Tải trọng trên dao 120 ÷ 500 N. Hành trình của dao tới 80 mm. Số hành trình tới 50vòng/phút. Chiều dầy cắt lớn nhất 50 mm	Tới 300 nhát cắt

Làm sạch vật đúc

Tên thiết bị	Tài liệu kỹ thuật	Năng suất theo giờ
Rung khí nén	Áp lực khí nén 6 At. Tần số rung tới 2500 lần/phút. Trọng lượng 5 ÷ 6,3 kG	Chi tiết đúc lớn: 40÷50 dm^3; nhỏ: 8 ÷ 10dm^3
Bàn chải quay cùng với trục mềm	Đường kính bàn chải tới 400 mm. Số vòng quay tới 3000 vòng/phút. Chiều dài trục tới 3 m	Chi tiết đúc lớn: 60÷80 dm^3; nhỏ: 12 ÷ 15dm^3
Tang trống làm sạch	Số vòng quay 20 ÷ 40 vòng/phút Thời gian làm sạch: 1,5 ÷ 2 giờ Đường kính tang trống: 0,6 ÷ 1,2 m Diện tích chiếm chỗ: 0,7 ÷ 4 m^2	Tới 2000 kG
Tang trống phun cát	Áp lực khí nén: 2 ÷ 30 At Đường kính tang trống: 0,4 m. Số vòng quay: 2 ÷ 3 vòng/phút	Tới 1500 kG
Tang trống phun bi	Tiêu hao bi: 3 ÷ 5 kG/T. Đường kính tang trống: 0,7 ÷ 1,2 m	Tới 4000 kG
Thùng phun cát	Diện tích thùng: 20 m^2.Áp lực khí nén 2At. Tiêu tốn cát 80 kG/T.	Tới 10T
Thùng phun bi	Diện tích thùng: 80 m^2. Số vòng quay bàn: 2÷3 vòng/phút.Tiêu hao bi 5 kG/T.	Tới 10 T
Thùng phun nước	Áp lực nước: 100 At.Diện tích thùng: 25m^2.Tiêu hao nước: 4÷5 m^3/T	Tới 3T
Thùng phun nước, cát	Áp lực nước: 50÷ 75At.Diện tích thùng:20m^2.Tiêu hao nước: 50 m^3/h	Tới 4T

Chú thích:

1/ Trong dạng sản suất hàng loạt, việc cắt đứt được thực hiện một cách hợp lý nhờ các đồ gá chuyên dùng, còn dạng sản suất hàng khối thì trên các thiết bị chuyên dùng.

2/ Các chi tiết đúc nhận được từ khuôn kim loại thì không cần làm sạch. Khi có lõi trong vật đúc, thì chỉ cần phủ một lớp trên bề mặt tiếp xúc với lõi.

3/ Trong dạng sản suất hàng loạt lớn và hàng khối, các chi tiết đúc được làm sạch bằng các thiết bị phun cát khô và phun cát ướt tự động và bán tự động.

Bảng 3-10. *Gia công nhiệt để nâng cao chất lượng chi tiết đúc*

Gia công nhiệt	Mục đích gia công nhiệt	Chế độ gia công nhiệt									
		Thép		Gang		Hợp kim đồng		Hợp kim nhôm		Hợp kim magiê	
		T_{max} (^{0}c)	t (h)	T_{max} (^{0}c)	t (h)	T_{max} (^{0}c)	t (h)	T_{max} (^{0}c)	t (h)	T_{max} (^{0}c)	t (h)
Ủ	Khử ứng xuất dư	750 ÷ 780	4 ÷ 14	500 ÷ 550	6 ÷ 18					225 ÷ 360	2 ÷ 4
Ram cao	Ổn định cấu trúc kim loại	900 ÷ 1000	3 ÷ 6			850 ÷ 750	2 ÷ 6				
Tôi	Tăng độ bền và độ cứng	900 ÷ 1000	3 ÷ 6	830 ÷ 900	1 ÷ 3	875 ÷ 920	2 ÷ 6	515 ÷ 525	2 ÷ 12		
Ram	Tăng tính dẻo và độ cứng	120 ÷ 400	2 ÷ 4	200 ÷ 400	0,5 ÷ 1	410 ÷ 460	1,5 ÷ 3	150 ÷ 220	1 ÷ 4		
Thường hoá	Thay đổi cấu trúc mạng tinh thể	650 ÷ 700	2 ÷ 4	850 ÷ 950	1 ÷ 3	850	2 ÷ 6				
Hoá già	Ổn định cơ tính							175	5 ÷ 16	175	5 ÷ 16
Ổn định hoá	Ổn định cấu trúc tinh thể theo tiết diện									380 ÷ 415	10 ÷ 16

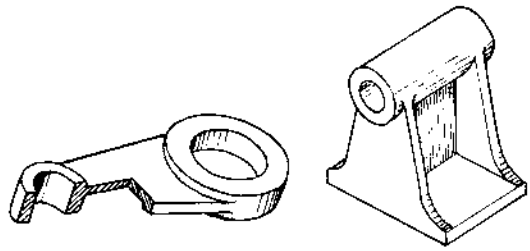
Chú thích:
T_{max}-Nhiệt độ nung cao nhất; t-Thời gian gia công nhiệt (đóng nhiệt và giữ nhiệt)

Nhóm III bao gồm các vỏ hộp, các hình cầu, bán cầu,hình trụ và các dạng khác. Bề mặt ngoài có dạng cong hoặc phẳng có các phần vặn cong, các vấu lồi và các hốc sâu có đường viền quanh tương đối phức tạp. Các bộ phận được tạo nên nhờ sử dụng lõi. Các bề mặt bên trong được nối liền với nhau tạo nên hình dáng hình học có chiều dài hoặc chiều cao lớn cùng với các vấu lồi và hốc lõm không đáng kể, được bố trí trong một hoặc hai bậc cùng với những cửa ra rộng (hình 3-4).

Bảng 3-11. *Dung sai kích thước chi tiết đúc (mm).*

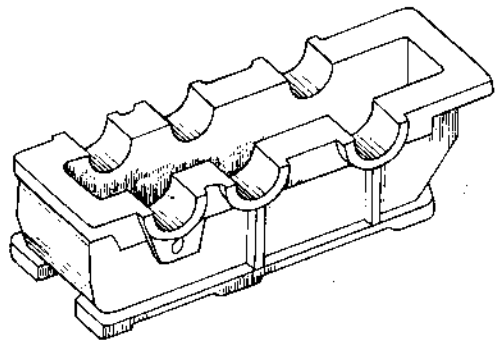
Kích thước danh nghĩa	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18	IT19	IT20
Đến 6	0,075	0,120	0,180	0,300	0,480	0,750	1,200	1,800	3,000	4,800
>6÷10	0,090	0,150	0,220	0,360	0,580	0,900	1,500	2,200	4,600	5,800
>10÷18	0,110	0,180	0,270	0,430	0,700	1,100	1,800	2,700	5,200	7,000
>18÷30	0,130	0,210	0,330	0,520	0,840	1,300	2,100	3,300	6,200	8,400
>30÷50	0,160	0,250	0,390	0,620	1,000	1,600	2,500	3,900	7,400	10,000
>50÷80	0,190	0,300	0,460	0,740	1,200	1,900	3,000	4,600	8,700	12,000
>80÷120	0,220	0,350	0,540	0,870	1,400	2,200	3,500	5,400	10,000	14,000
>120÷180	0,250	0,400	0,630	1,000	1,600	2,500	4,000	6,300	11,500	16,000
>180÷250	0,290	0,460	0,720	1,150	1,850	2,900	4,600	7,200	13,000	18,500
>250÷315	0,320	0,520	0,810	1,300	2,100	3,200	5,200	8,100	14,000	21,000
>315÷400	0,360	0,570	0,890	1,400	2,300	3,600	5,700	8,900	15,500	23,000
>400÷500	0,400	0,630	0,970	1,550	2,500	4,000	6,300	9,700	17,500	25,000
>500÷630	0,440	0,700	1,100	1,750	2,800	4,400	7,000	11,000	20,000	28,000
>630÷800	0,500	0,800	1,250	2,000	3,200	5,000	8,000	12,500	23,000	32,000
>800÷1000	0,560	0,900	1,400	2,300	3,600	5,600	9,000	14,000	26,000	36,000
>1000÷1250	0,660	1,050	1,650	2,600	4,200	6,600	10,500	16,500	31,000	42,000
>1250÷1600	0,780	1,250	1,950	3,100	5,000	7,800	12,500	19,500		
>1600÷2000	0,920	1,500	2,300	3,700	6,000	9,200	15,000	23,000		
>2000÷2500	1,100	1,750	2,800	4,400	7,000	11,000	17,500			
>2500÷3150	1,350	2,100	3,300	5,400	8,600	13,500				

Nhóm IV bao gồm các chi tiết đúc kín nói chung và các chi tiết có dạng hộp hở, thân xi lanh nói riêng . Bề mặt bên ngoài - cong và phẳng cùng với các vấu lồi và hốc lõm đáng kể và được bố trí trong một hoặc hai bậc và có một hai cửa ra để trống (hình 3-5).



Hình3-3.
Chi tiết đúc thuộc nhóm phức tạp II

Nhóm V bao gồm các chi tiết có dạng hộp hở ,mặt ngoài cong hoặc hình dạng phức tạp cùng với các gân nối hoặc giao nhau; các mặt bích, các ống nối và các kết cấu khác. Các mặt bên trong có các hình thù phức tạp, các mặt cong, các bề mặt cắt nhau theo những góc khác nhau cùng với các hốc lõm và vấu lồi (hình 3-6).



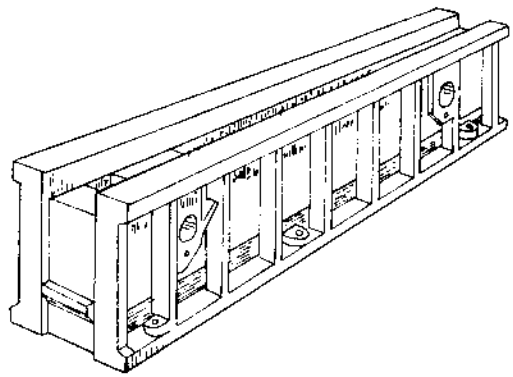
Hình 3-4
Chi tiết đúc thuộc nhóm phức tạp III

Các kích thước trên chi tiết đúc được chia ra làm 3 loại:

BP1-kích thước của các bộ phận được tạo nên từ một khuôn liền hoặc một thao (trên hình 3-7 a là các kích thước L_1, L_2, d_1, d_2.Còn trên hình 3-7 b là kích thước L).

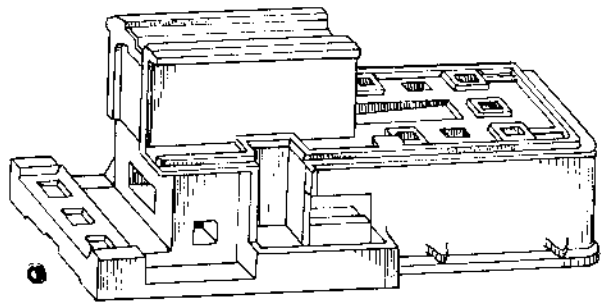
BP2- kích thước của các bộ phận được tạo nên bởi hai nửa khuôn, (vuông góc với mặt phân khuôn, trên hình 3-7a là các kích thước D_1, D_2, còn trên hình 3-7b là kích thước H).

BP3- kích thước của các bộ phận được tạo nên từ khuôn có ba mảnh hoặc nhiều hơn, có một số thao hoặc là từ những bộ phận của khuôn có thể di động được; kích thước chiều dầy của vách, các gân, các mặt bích (trên hình 3-7a- là các kích thước h_1, h_2, còn trên hình 3-7b là các kích thước b_1,b_2, b_3).



Hình 3-5
Chi tiết đúc thuộc nhóm phức tạp IV

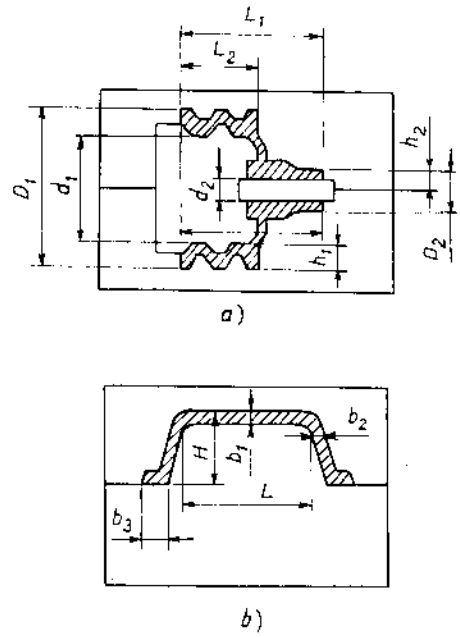
Độ chính xác kích thước của một chi tiết đúc cụ thể phụ thuộc vào độ phức tạp, kích thước lớn nhất, loại kích thước và điều kiện sản xuất của nó.



Hình 3-6. *Chi tiết đúc thuộc nhóm phức tạp V*

Độ chính xác kích thước chi tiết đúc bằng các hợp kim đen cho trong bảng 3-14, còn bằng các hợp kim mầu trong bảng 3-15.

Ở đây, độ chính xác kích thước của chi tiết đúc không được chỉ ra một cách trực tiếp, mà phải tra theo bảng 3-11 để có số liệu cụ thể.



Hình 3-7.*Các kích thước của chi tiết đúc.*

Bảng 3-12. *Các số liệu phỏng chừng về độ chính xác yêu cầu đối với chi tiết đúc*

Kích thước chi tiết đúc	Độ chính xác kích thước	Cấp chính xác theo bảng 3-11
Các bề mặt tiếp xúc có chuyển động dạng trục - lỗ	Cao	Đến 11
Các bề mặt tiếp xúc không chuyển động dạng trục - lỗ (thí dụ như nắp), các bề mặt không tiếp xúc (Puly, bánh đà)	Trung bình	12 ÷ 14
Cần phải gia công cơ	Trung bình	>11 tuỳ thuộc vào phương pháp đúc
Các kích thước chiều dầy vách, mặt bích (nếu không có yêu cầu đặc biệt)	Thấp	>15

Bảng 3-13. *Dung sai kích thước và độ nhám bề mặt của chi tiết đúc*

Phương pháp đúc	Hợp kim đúc		
	Kim loại mầu nhẹ	Kim loại mầu nặng và gang xám	Gang có độ bền cao, gang rèn và thép
Dưới áp lực	IT11 - IT13 Tới R_a=0,63 µm	IT12 - IT14 R_a=1,25 µm và thô hơn	
Trong khuôn gốm và theo khuôn mẫu chảy	IT12 - IT14 Tới R_a=2,5 µm	IT13 - IT15 Tới R_z=20 µm	IT14 - IT15 R_z=20 µm; và thô hơn
Trong khuôn kim loại, dưới áp lực thấp, không có lõi và có lõi, trong khuôn cát	IT13 - IT17 Tới R_z=20 µm	IT14 - IT17 Tới R_z=40 µm	IT15 - IT18 Tới R_z=80 µm
Trong khuôn cát, ly tâm, trong khuôn pha đất sét tươi và khô	IT14 - IT18 Tới R_z=40 µm	IT15 - IT19 Tới R_z=80 µm	IT16 - IT20 R_z=80 µm và thô hơn

Bảng 3-14. *Cấp chính xác chuyên môn dùng cho các kích thước chi tiết đúc bằng hợp kim đen*

Phương pháp đúc	Kích thước lớn nhất của chi tiết đúc (mm)	Dạng sản xuất		
		Tự động	Dây chuyền tự động	Thủ công
Trong khuôn gốm và theo mẫu nóng chảy	Đến 315 Trên 315	IT13 IT14	IT14 IT15	
Trong khuôn kim loại và dưới áp lực thấp	Đến 315 Trên 315	IT14 IT15	IT15 IT16	IT16 IT17
Trong khuôn cát pha sét khô và ướt	Đến 630 Trên 630 Trên 2500	IT15 IT16 IT17	IT16 IT17 IT18	IT17 IT18 IT19

1/ Độ chính xác kích thước đối với gang rèn, gang có độ bền cao và thép có cùng một cấp.

2/ Giá trị dung sai xem ở bảng 3-11.

3/ Các số liệu cho trong bảng lấy theo chi tiết đúc thuộc nhóm phức tạp 3-4; Đối với các chi tiết đúc có độ phức tạp cao hơn hoặc thấp hơn thì độ chính xác giảm đi hoặc tăng lên một cấp.

4/ Các cấp chính xác giới thiệu trong bảng lấy theo độ chính xác của kích thước thuộc nhóm BP2; Độ chính xác kích thước nhóm BP1 và BP3 được lấy tăng lên hoặc giảm đi một cấp.

Bảng 3-15. *Cấp chính xác chuyên môn dùng cho các kích thước chi tiết đúc bằng hợp kim mầu*

Phương pháp đúc	Kích thước lớn nhất của chi tiết đúc (mm)	Dạng sản suất		
		Tự động	Dây chuyền tự động	Thủ công
Dưới áp lực	Đến 315	IT11	IT12	
	Trên 315	IT12	IT13	
Trong khuôn gốm và theo mẫu nóng chảy	Đến 315	IT12	IT13	
	Trên 315	IT13	IT14	
Trong khuôn kim loại và dưới áp lực thấp	Đến 315	IT13	IT14	IT15
	Trên 315	IT14	IT15	IT16
Trong khuôn cát pha sét khô và ướt	Đến 630	IT14	IT15	IT16
	Trên 630	IT15	IT16	IT17
	Trên 2500	IT16	IT17	IT18

1/ Giá trị dung sai xem ở bảng 3-11.

2/ Các số liệu cho trong bảng lấy theo chi tiết đúc thuộc nhóm phức tạp 3-4; Đối với các chi tiết đúc có độ phức tạp cao hơn hoặc thấp hơn thì độ chính xác giảm đi hoặc tăng lên một cấp.

3/ Các cấp chính xác giới thiệu trong bảng lấy theo độ chính xác của kích thước thuộc nhóm BP2; Độ chính xác kích thước nhóm BP1 và BP3 được lấy tăng lên hoặc giảm đi một cấp.

2.Chế tạo phôi bằng phương pháp rèn và dập nóng

a/ Phôi ban đầu để rèn và dập nóng.

Trước khi thực hiện quá trình rèn và dập nóng kim loại ta phải làm sạch kim loại, cắt nhỏ ra từng phần, chọn chế độ nhiệt và thiết bị nung nóng.

-Có nhiều phương pháp làm sạch bề mặt kim loại như: thổi sạch bằng ngọn lửa (có thể nung nóng hoặc không nung nóng), bằng máy búa hơi, bằng máy phay, bằng đá mài. Làm sạch bằng đá mài thường đắt gấp 2 - 3 lần so với làm sạch bằng búa hơi, còn làm sạch bằng ngọn lửa nhưng không nung nóng thì giá thành giảm đi 30 - 40 % so với làm sạch bằng búa hơi. Làm sạch bằng ngọn lửa có nung nóng thì giá thành tương đương công nghệ làm sạch bằng búa hơi.

- Cắt kim loại ra làm nhiều phần nhỏ phù hợp được thực hiện trên các máy cưa, kéo cắt hơi đốt và các phương pháp khác.

Bảng 3-16 giới thiệu dung sai theo kích thước chiều dài phôi khi cắt.

Bảng 3-17; 3-18; 3-19 giới thiệu các số liệu phỏng chừng để chọn các thiết bị.

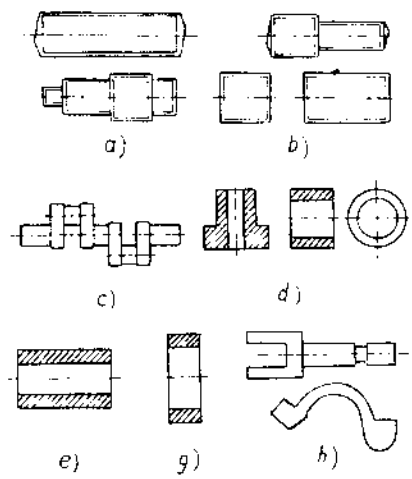
b/ Rèn

Phương pháp rèn cho ta những chi tiết rèn có hình thù đơn giản cùng với những mép dư rất lớn, trọng lượng chi tiết rèn có thể tới 250T. Khi dùng những dụng cụ chuyên dùng,ta giảm được các phần dư thừa.

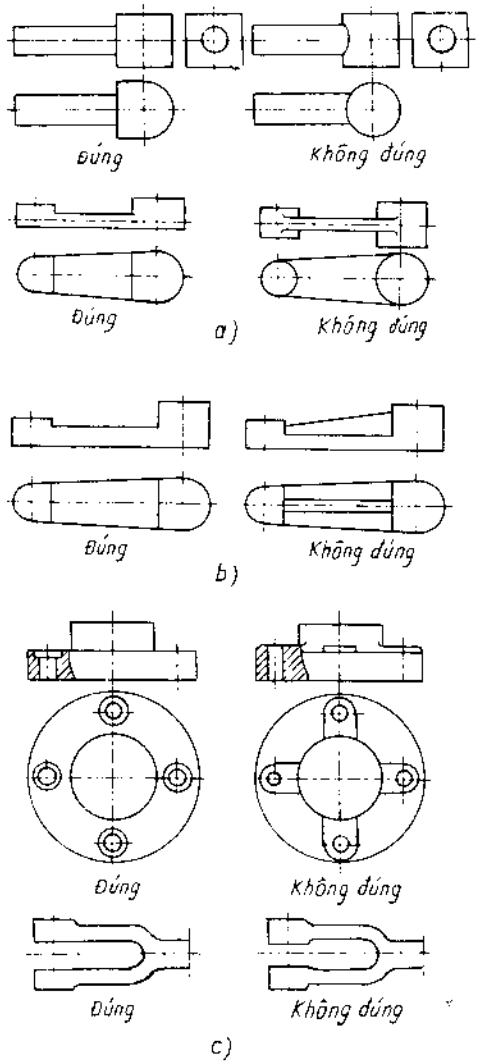
Lượng dư và dung sai cho các chi tiết rèn, được tạo ra nhờ máy búa, có thể từ ($5\frac{1}{2}$) tới (34 ± 10) mm, còn trên các vật rèn, được tạo nên nhờ các máy ép, từ (10 ± 3) mm đến (80 ± 30) mm. Đối với những bộ phận không cần gia công thì sai lệch giới hạn giảm đi 25-50 %. Nhờ việc sử dụng các khuôn dập (cả hở cả kín) người ta nhận được các chi tiết rèn có trọng lượng tới 150 kG (chủ yếu là các chi tiết nhỏ tới 5 kG) có hình

dạng tương đối phức tạp, không có gờ mép, lượng dư từ 3 mm trở lên; dung sai $^{+1,5}_{-1}$ mm và lớn hơn.

Trên hình 3-8 giới thiệu hình dáng của các chi tiết rèn thông thường.



Hình 3-8.
Hình dạng của các chi tiết rèn thông thường



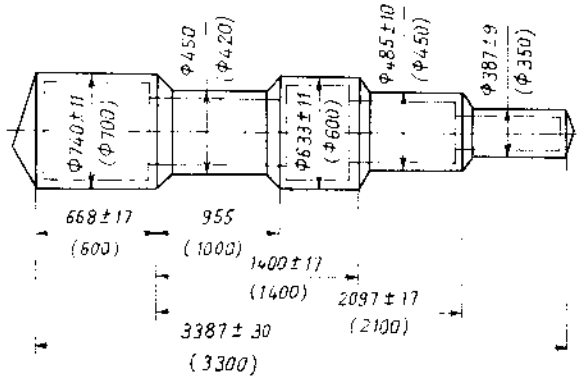
Hình 3-9.
Kết cấu của các chi tiết rèn

Để giảm lượng kim loại và tiêu hao lao động trong quá trình rèn cũng như trong quá trình gia công tiếp theo ta phải chú ý đến tính công nghệ trong kết cấu của chi tiết rèn. Một số kết cấu hợp lý và không hợp lý được giới thiệu và so sánh trên hình 3-9.

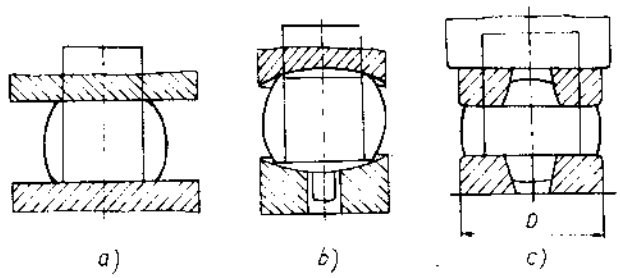
Cần lưu ý rằng đối với các chi tiết có hình thù phức tạp hoặc có sự khác nhau lớn trên các tiết diện ngang thì nên tách ra làm nhiều phần nhỏ đơn giản sau đó đem ghép hoặc hàn lại với nhau.

Bản vẽ của chi tiết rèn được lập nên trên cơ sở bản vẽ của chi tiết đã được chế tạo. Ví dụ, về việc lập bản vẽ chi tiết rèn từ bản vẽ chi tiết được giới thiệu trên hình 3-10.

Người ta chọn phôi để rèn theo trọng lượng chi tiết rèn: cán định hình - khi trọng lượng dưới 10 kG; cán thô và ép thỏi - khi trọng lượng 40 - 300 kG; các thỏi đúc khi trọng lượng lớn hơn 300 kG.



Hình 3-10. *Hình thành bản vẽ chi tiết rèn từ bản vẽ chi tiết;số trong ngoặc là kích thước tinh của chi tiết, số không có ngoặc là kích thước danh nghĩa của chi tiết đúc*

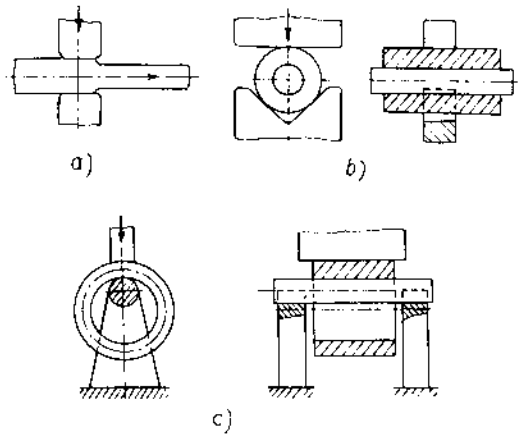


Hình 3-11.*Sơ đồ chồn:*

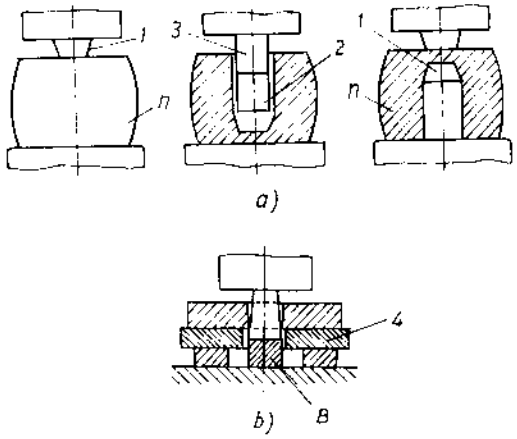
a) Bằng các tấm phẳng; b) Có phần đuôi; c) Trên các tấm phẳng có lỗ

Các nguyên công chính khi rèn:

a. Chồn để tạo nên các chi tiết rèn có tiết diện ngang lớn hơn từ những phôi có tiết diện ngang nhỏ, để là phẳng mặt đầu, để nâng cao cơ tính theo hướng kính và hướng tiếp tuyến của vật thể. Trên hình 3-11 giới thiệu các sơ đồ chồn.



Hình 3-12. *Các sơ đồ vuốt*
a)Đầu búa phẳng
b)Có trục gá
c)Trên trục vuốt



Hình 3-13. *Các sơ đồ chuốt (đột)*
a) Không có vòng lót;
b) Có vòng lót
1-Mũi đột thứ nhất
2-Phần kéo dài thứ nhất
3-Phần kéo dài thứ hai
4-Vòng lót;n-Phần phình to
5-Mảnh kim loại đột ra

b.Vuốt để làm tăng chiều dài do giảm tiết diện ngang, để tăng chiều dài theo hướng trục của các vật rỗng bằng cách giảm bề dầy của vách; vuốt còn đồng thời làm tăng cả đường kính ngoài và đường kính lỗ của phôi. Các sơ đồ vuốt được chỉ ra trên hình 3-12.

c. Chuốt (đột) cho phép nhận được các phôi có lỗ thủng hoặc lỗ sâu. Kích thước giới hạn của các lỗ nhận được phụ thuộc vào thiết bị dùng để chuốt.

Đối với các chi tiết rèn bằng thép cacbon có dạng đĩa khi gia công trên máy búa thì (H≤0,5D); dạngbạc (0,5D<H≤ 0,5D); dạng thanh, phiến (H ≤ D); đường kính lỗ d ≤0,5H; trên các vòng được nong rộng (H ≤ D); các xi lanh (D < H ≤ 1,5D); với trục đặc (L > 1,5D); đường kính lỗ d< D; khi gia công trên máy ép các chi tiết có dạng vấu ly hợp, đĩa, thanh và tấm thì:

d_{max}=0,37x(D-200) + 80;

d_{min}= 0,208 x(H-200) + 75.

Ở đây các kích thước của vật rèn là:

D-đường kính ngoài;
H-chiều cao;
B-chiều dầy;
L-chiều dài.

Ngoài ra khi rèn còn có các nguyên công khác như: vê,xoắn, uốn, cắt. Sai lệch cho phép của chi tiết rèn cho trong bảng 3-16.

Bảng 3-16. *Sai lệch cho phép về độ cong, độ phẳng, độ vuông góc và dao động hướng kính của các bề mặt hình trụ, mm*

Kích thước lớn nhất của chi tiết rèn	Cấp chính xác	
	I	II
Đến 60	0,25	0,4
Trên 60 đến 100	0,4	0,6
>100 ÷ 160	0,5	0,8
>160 ÷ 250	0,6	1,0
>250 ÷ 360	0,8	1,20
>360÷500	1,00	1,50
>500 ÷ 630	1,50	2,00
>630 ÷ 800	1,80	2,50
>800 ÷ 1000	2,00	3,00

Chú thích:

1. Khi chiều dài của chi tiết rèn (trục khuỷu, trục phân phối, trục xoắn, bán trục và các hình dống dạng của chúng) lớn hơn 1000 mm, thì dao động hướng kính cho phép được xác định theo cách tính 3 mm trên chiều dài 1 m.
2. Khi chiều dài của chi tiết rèn vượt quá 1000 mm, thì cần phải nắn thẳng trước khi gia công cơ
3. Dung sai chi tiết rèn cho ở bảng 3-19.

c). Dập nóng

Dập nóng được thực hiện trên máy búa hoặc máy ép, trong khuôn kín hoặc khuôn hở. Để nâng cao độ chính xác kích thước và chất lượng bề mặt của chi tiết rèn, người ta dùng khuôn dập bán chịu nhiệt, nhờ đó hạn chế được việc tạo vẩy.

Đặc điểm tóm tắt các phương pháp dập nóng được giới thiệu ở bảng 3-17.

Dập nóng được thực hiện theo hai sơ đồ: trong khuôn kín và khuôn hở (xem hình 3-14). Khi dập trong khuôn kín ta nhận được các chi tiết dập có độ chính xác cao hơn, tiêu tốn kim loại nhỏ hơn; năng suất cao khi hạ thấp tuổi thọ của khuôn và hạn chế hình thù của chi tiết dập (tròn, dạng bánh răng, mặt bích, dạng cốc). Dập trong khuôn kín đôi khi người ta gọi là dập không có gờ, mép.

Bảng 3-17. *Các phương pháp dập nóng (các đặc điểm phổng chừng)*

Phương pháp tạo phôi	Đặc điểm của phôi	Lượng dư và dung sai	Thiết bị
Dập trong khuôn hở	Trọng lượng dưới 3 T (cơ bản 50-100 kG)hình dáng phức tạp.Lỗ thủng hoặc lỗ sâu ở các vách bên không thể tạo ra được	Lượng dư về một phía đối với các chi tiết rèn trên máy búa có trọng lượng dưới 40 kG và kích thước dưới 800 mm lấy từ 0,6÷1,2 đến 3,0÷6,4 mm; Vung dung sai từ 0,7÷3,4 đến 1,6÷11 mm.Đối với các phôi dập trên máy ép thì lượng dư đạt đến 0,1÷0,6 mm hoặc nhỏ hơn. Khi cần nguội định hình thì dung sai ± (0,1÷0,25) mm tới ± (0,05÷0,15) mm.	Máy ép trục khuỷu từ 6,3 ÷100 MN;Máy búa có trọng lượng phần rơi: búa hơi tác động hai phía 0,5 ÷35T,thuỷ lực tới 2,5 T; loại tác động hai phía cả hơi và thuỷ lực đến 60T. Máy ép ma sát có lực tới 0,4÷60MH, còn máy ép thuỷ lực thì lực ép tới 700 MN.
Dập trong khuôn kín	Trọng lượng tới 50÷100 kG hình dáng đơn giản, ưu việt đối với vật tròn xoay. Được dùng để giảm lượng kim loại (do không có bavia) và dùng cho thép và hợp kim thép có tính dẻo thấp		

(tiếp bảng 3-17)

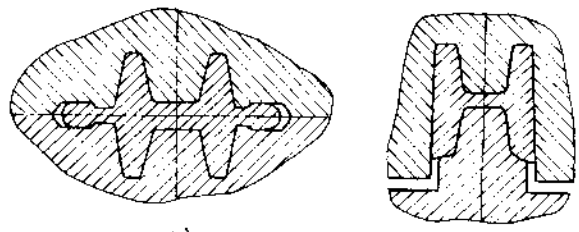
Phương pháp tạo phôi	Đặc điểm của phôi	Lượng dư và dung sai	Thiết bị
Ép và đột dập	Trọng lượng tới 75 kG, có hình tròn, hình côn, trục bậc hoặc bề mặt định hình; trục có đầu to và hình thù khác nhau; các ống bạc (cốc) có lỗ sau thủng hoặc không thủng và có mặt bích một phía	Lượng dư và dung sai cho đường kính ngoài 5÷150 mm từ 0,4 $^{+0,3}_{-0,1}$ đến 1,6 $^{+0,7}_{-0,3}$ mm; Đối với đường kính các hốc, lỗ 10÷100 mm thì lấy từ 1,6 $^{+0,3}_{-0,1}$ tới 5,0 $^{+0,5}_{-1,5}$	Máy ép trục khuỷu, máy ép ma sát và máy ép thuỷ lực.
Dập: -Trong khuôn cối lắp ghép	Trọng lượng tới 150 kG, hình dáng phức tạp, ví dụ như lỗ ở các vách ben	Tương tự như chi tiết dập trong khuôn hở, nhưng dung sai lớn hơn về phía có phần khuôn tháo rời	Cũng như trên và trên các máy chuyên dùng
-Trên máy rèn ngang	Trọng lượng tới 30 kG. Các trục có đầu to ra theo các hình khác nhau. Các lỗ thủng hoặc không thủng, các mặt bích và các vấu lồi. Thuận lợi nhất là các chi tiết tròn xoay	Lượng dư tăng lên 40÷50% so với khi dập trên máy búa	Máy rèn ngang có lực 1÷4 MN
Uốn	Công theo một hoặc nhiều bề mặt, được tạo nên từ các phôi cán có prôphin khác nhau (tiêu chuẩn hoặc không tiêu chuẩn)	Tuỳ theo phôi ban đầu. Uốn sẽ làm sai lệch hình dạng ở những chỗ có bán kính nhỏ	Các máy uốn ngang có lực 0,15÷5 MN; Trên các máy ép trục khuỷu
Nong	Tiết diện thay đổi, trọng lượng tới 5 kG, chiều dài tới 50÷60 mm. Trên các dụng cụ làm nguội, biên trục cam, vành răng	Dung sai theo chiều dài phôi 1÷5 mm, theo chiều cao và chiều rộng 0,5÷0,8 mm	Máy cán rèn có đường kính trục 600÷1000 mm
Các quá trình khác: -Ép hướng kính	Các chi tiết rèn đặc và rỗng có dạng bậc kéo dài trục tròn xoay, hoặc hình côn, các bậc có cạnh tiết diện vuông hoặc góc	Lượng dư trong từng trường hợp cần phải mài. Dung sai kích thước khi ép lấy theo cấp 11÷13. Độ nhẵn bề mặt R_a=2,5÷0,63 μm	Máy ép quay để ép các thanh có đường kính 4÷110 mm, ống có đường kính 10÷200 mm.Còn máy ép hướng kính để ép thanh có đường kính 10÷200 mm, ống từ 10÷320 mm
- Chồn ép trên máy ép điện (đồng thời dùng điện để nung nóng)	Dạng trục có đầu phình to ra, hoặc trên các phôi có các phần định hình (xuppap, trục có mặt bích)	Lớn hơn đôi chút so với phôi dập trên máy rèn ngang	Máy chồn điện một vị trí hoặc nhiều vị trí, nằm ngang hoặc thẳng đứng để chồn các phôi có đường kính từ 50÷60 mm
- Chồn trên máy rèn đứng	Không lớn hơn so với khi chế tạo bằng cách kéo	Gần giống với chi tiết dập	Máy rèn đứng có hai, ba, bốn đầu búa

(tiếp bảng 3-17)

Dát	Dạng vòng có đường kính 70÷700 mm khi chiều cao 20÷200 mm từ những phôi dập trên máy rèn ngang hoặc là rèn trên máy búa	Dùng sai cho các chi tiết rèn, vành tròn của các vòng bi đường kính 80÷700 mm: cho đường kính ngoài và chiều cao 1÷6 mm, còn cho đường kính trong 1,5 ÷10 mm	Máy dát để dát các vòng đường kính 700 mm
Cán rang	Cán được bánh rang có môđun tới 10 mm, có dạng hình trụ, côn, chữ V đường kính tới 600 mm	Khi cán nóng (cho m>2,5 mm) độ chính xác cấp 8÷11. Độ nhẵn bề mặt R_a=5÷1,25 μm; Khi cán nguội R_a=1,25÷ 0,32 μm	Máy cán rang đứng và ngang
Cán ngang	Kéo dài các dạng trục, trục khuỷu và ngay cả dạng bạc	Nhỏ hơn so với dập trong khuôn hở	Máy cán ba trục có trục cán dạng côn, đia;máy cán hai trục có trục xoắn vít.
Dập trên các thiết bị tốc độ cao	Hình dạng phức tạp, nhận được sau một lần dập, tiết kiệm kim loại, không có góc nghiêng, gân mỏng 0,5÷0,8 mm	Dung sai ± (0,125÷0,8) mm, Độ nhẵn bề mặt R_a=10μm	Máy búa có tốc độ cao

- Dập trong khuôn hở trên máy búa

Căn cứ vào vị trí của phôi nằm trong khuôn tinh, ta chia ra hai dạng: đập vào mặt đầu và dập theo cạnh sườn dài. (xem hình 3-15)



a) b)

Hình 3-14. *Sơ đồ dập*

a) Trong khuôn hở b) Trong khuôn kín.

-Dập trong khuôn hở trên máy ép trục khuỷu

Các loại phôi nhận được bằng khuôn hở trên máy ép được giới thiệu trên hình 3-16.

-Dập trong khuôn hở trên máy ép ma sát trục vít được dùng để tạo ra các loại phôi nhỏ, định hình và các phôi dạng bulông.

-Dập trong khuôn hở trên máy ép thuỷ lực được dùng phổ biến để tạo các phôi bằng hợp kim nhôm, hợp kim magiê, có kích thước lớn dưới dạng panen, khung, bệ, các chi tiết dài và hẹp dưới dạng dầm (dài tới 8 m), hình cốc, bạc (hình 3-17). Người ta còn dập các phôi bằng thép và ti tan có dạng đĩa. Khi chế tạo các phôi có hình dạng phức tạp thì phải rèn trước khi dập.

- Dập trên máy thuỷ lực trong khuôn kín không tháo rời phần lớn dùng để tạo ra các phôi chính xác không có góc nghiêng bằng hợp kim nhôm và magiê. Dập trong khuôn kín tháo rời từng mảnh dùng để tạo ra

trung bình và lớn bằng hợp kim từ kim loại mầu và kim loại đen. Tháo rời khuôn - đứng, đôi khi - ngang.

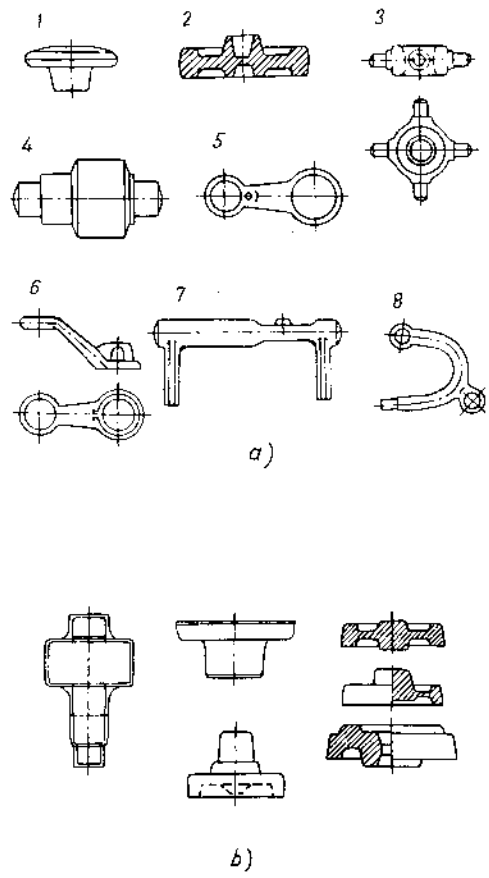
-Dập trong khuôn kín trên máy ép trục khuỷu, khuôn không tháo rời tạo được các phôi chính xác hơn do việc định lượng kim loại chính xác.Còn dập trong khuôn kín tháo rời, được thực hiện nhờ lượng kim loại bù trừ được thoát ra. Loại khuôn dập này dùng để tạo nên các chi tiết có dạng chữ thập.

-Dập trên máy ép ma sát trong khuôn kín tháo rời được dùng để chế tạo các phôi loại nhỏ có các nhánh không đối xứng bằng hợp kim, kim loại mầu hoặc đen. Tháo rời khuôn thường là đứng.

-Phương pháp ép chảy nóng tạo ra các phôi có hình dạng tương đối phức tạp như trên hình 3-18. Trên hình 3-19 giới thiệu các sơ đồ ép chảy. Các phôi sau khi ép chảy, kích thước theo tiết diện ngang chỉ cần tiến hành mài. Tuỳ theo hình dạng, khối lượng của phôi ban đầu, tuỳ theo quá trình công nghệ được chọn khi ép chảy, người ta nhận được các phôi không có bavia, hoặc có bavia ở các vị trí bề mặt khác nhau, mà sau này phải loại bỏ. Lượng dư và dung sai được xác định theo bảng 3-18.

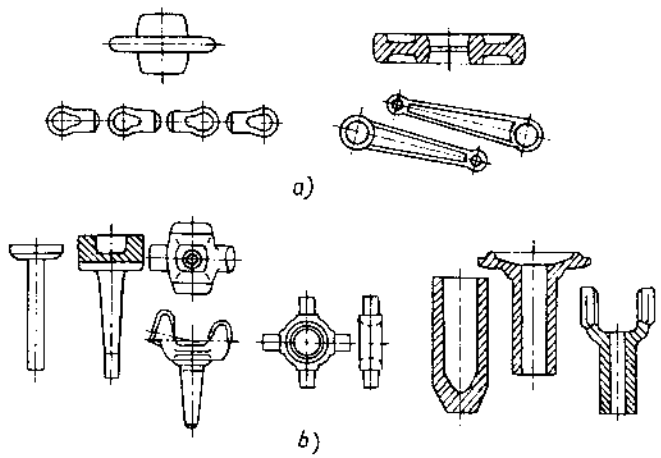
-Dập trên máy rèn ngang thực hiện trên những khuôn dập có hai mặt phân khuôn: một mặt, vuông góc với đường tâm của phôi, mặt thứ hai, dọc theo đường tâm phôi, chia khuôn ra làm hai nửa.Trên máy này người ta dập ra các chi tiết có hình thù như trên hình 3-18. Khi dập tốc độ cao, tốc độ của dụng cụ có thể đạt tới 10^m/s(thông thường dập trên máy búa là 6 ÷ 7 ^{m}/s.

Dập ở chế độ cao cho phép chế tạo được các chi tiết có hình dạng phức tạp, thành mỏng, bán kính nhỏ, giảm được lượng dư cho

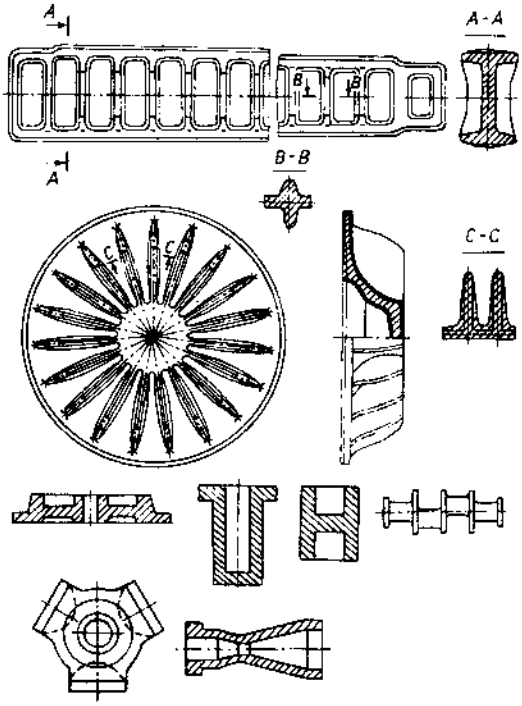


Hình 3-15.*Các dạng phôi dập chính*
a) Dập trong khuôn hở: 1÷3 dập vào mặt đầu; 4÷8 dập theo cạnh sườn dài
b) Dập trong khuôn kín

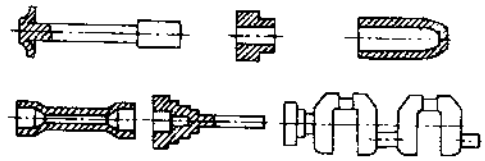
nguyên công gia công tiếp theo, tạo được phôi có cơ tính cao, có hình dáng và kích thước gần giống với chi tiết sau này.



Hình 3-16. *Các loại phôi dập trên máy ép trục khuỷu*
a) Trong khuôn hở. b) Trong khuôn kín



Hình 3-17. *Phôi dập trên máy ép thuỷ lực*



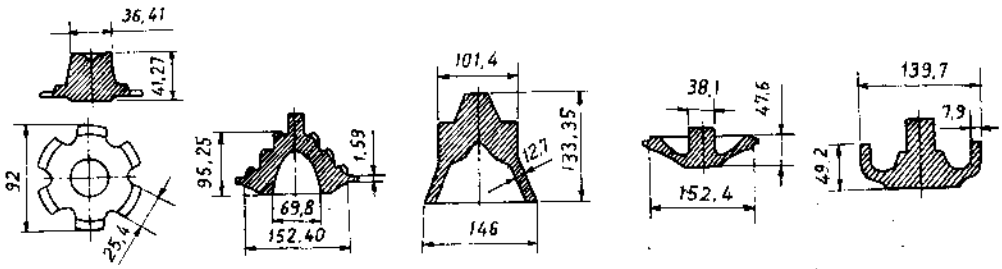
Hình 3-18. *Các chi tiết rèn nhận được nhận được trên máy rèn ngang*

Bảng 3-18. *Lượng dư và dung sai khi ép nóng chảy*

Đặc điểm kích thước phôi dập	Kích thước tính	Lượng dư về một phía	Dung sai kích thước	Chú thích
Trục nhỏ, thanh dài				
Đường kính	5 ÷ 25	0,2 ÷ 0,3	+0,3*1 -0,1	Lượng dư phụ thuộc vào đường kính và phương pháp nung nóng
	25 ÷ 50	0,3 ÷ 0,5	+0,5*1 -0,2	
Chiều dài	20 ÷ 100 100 ÷ 250	3 ÷ 5 5 ÷ 8	+5*2 0 +10*2 0	Lượng dư phụ thuộc vào độ chính xác miệng cắt phôi. Dự kiến trước nguyên công cắt đầu trục
Tấm dầy				
Đường kính và chiều cao của tấm dầy, nhận được nhờ phương pháp ép chảy	25 ÷ 50 50 ÷100	0,3 ÷ 0,5 0,5 ÷ 0,8	+0,5 -0,2 +0,7 -0,8	Lượng dư phụ thuộc vào việc nung nóng và việc làm sạch phôi ban đầu
Đường kính và chiều cao của tấm dầy, nhận được bằng cách chồn và nong	10 ÷ 50 50 ÷ 250	1 ÷1,5 1,5 ÷2,5	+1 -0,3 +1,5 -0,5	Lượng dư phụ thuộc vào kích thước chi tiết rèn và phương pháp nung nóng
Hốc, lỗ				
Đường kính	10 ÷ 50 50 ÷ 100	0,8 ÷1,0 1 ÷ 2,5	+0,3 -1 +0,5 -1,5	Lượng dư ,dung sai phụ thuộc vào hình dạng hốc, phương pháp nung nóng và làm sạch phôi
Chiều sâu	10 ÷ 50 50 ÷ 150	1 ÷ 2 2 ÷ 5	+0,5 -1,3 0,5 -2	

*1- Trị số nhỏ nhất trong tính toán cho việc gia công lần cuối bằng phương pháp mài.
*2- Trị số nhỏ nhất khi có dao động lớn về khối lượng kim loại của phôi ban đầu thì chiều dài của các bộ phận trục không thể nhỏ hơn giá trị trong bảng.

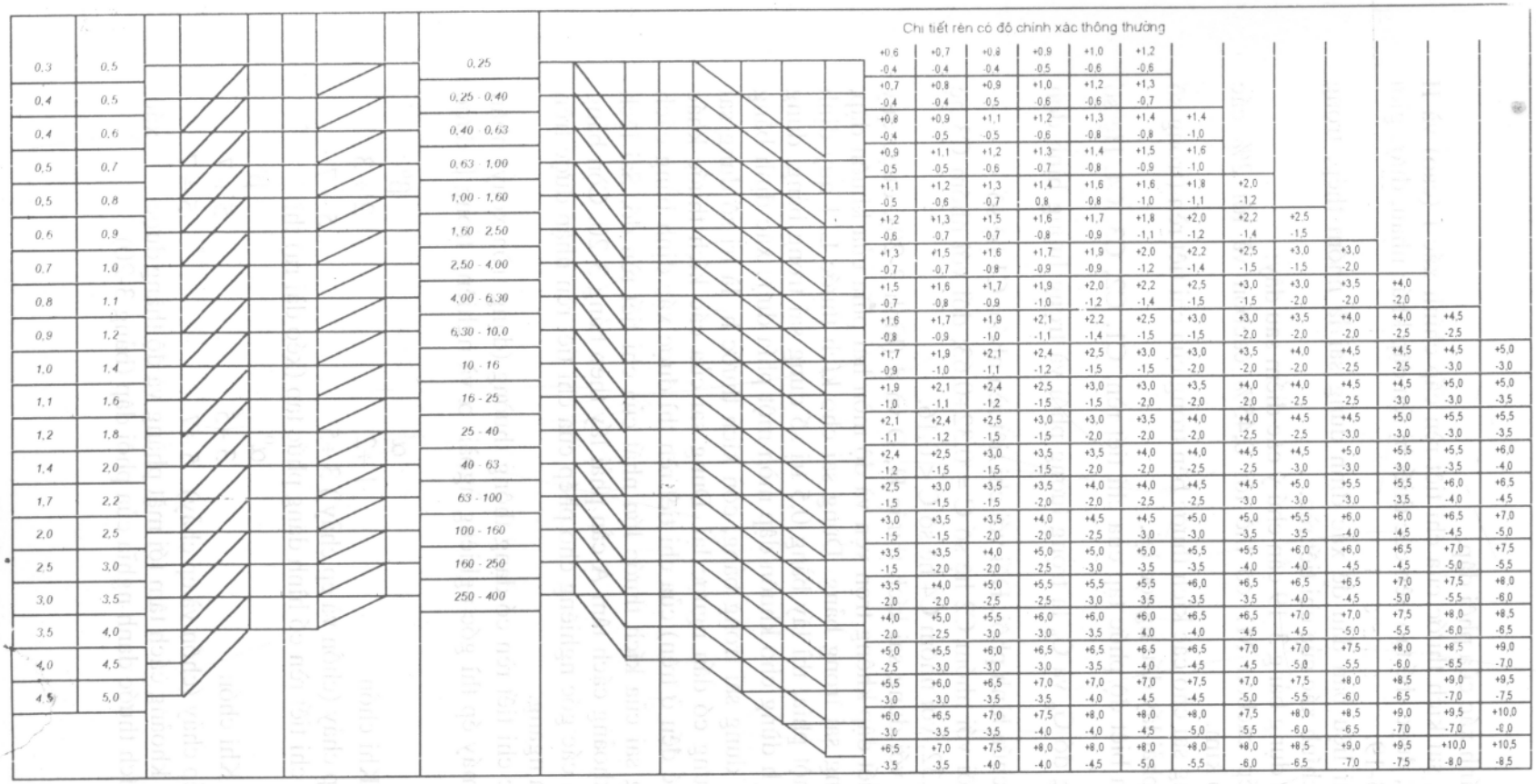
Trên hình 3-19 giới thiệu các loại phôi nhận được bằng phương pháp dập tốc độ cao. Trong trường hợp này độ bền của khuôn giảm đi 4÷ 5 lần hoặc hơn nữa so với khuôn dập trên máy búa thông thường.



Hình 3-19. *Các dạng phôi nhận được bằng phương pháp dập tốc độ cao*

Bảng 3.19. Dung sai (mm) cho chi tiết rèn

Xê dịch	Rìa *1	Mặt phân khuôn: Cong	Mặt phân khuôn: Phẳng	Độ phức tạp của chi tiết rèn: C3 C4	Độ phức tạp của chi tiết rèn: C1,C2	Trọng lượng chi tiết rèn (kG) (lớn hơn đến)	Nhóm thép: M1	Nhóm thép: M2	Độ phức tạp của chi tiết rèn: C1	C2	C3	C4	Kích thước chi tiết rèn (lớn hơn tới): ≤0	50-120	120-180	180-260	260-360	360-500	500-630	630-800	800-1000	1000-1250	1250-1600	1600-2000	2000-2500
													Chi tiết rèn có độ chính xác cao												
0,3	0,3					0,25							+0,5 -0,2	+0,5 -0,3	+0,6 -0,3	+0,7 -0,3	+0,7 -0,4	+0,7 -0,5								
0,3	0,3					0,25 - 0,40							+0,5 -0,3	+0,6 -0,3	+0,7 -0,3	+0,7 -0,4	+0,7 -0,5	+0,7 -0,6								
0,3	0,4					0,40 - 0,63							+0,6 -0,3	+0,7 -0,3	+0,7 -0,4	+0,8 -0,4	+0,8 -0,5	+0,9 -0,5	+0,9 -0,6							
0,4	0,5					0,63 - 1,00							+0,7 -0,3	+0,7 -0,4	+0,8 -0,4	+0,9 -0,4	+0,9 -0,5	+0,9 -0,6	+0,9 -0,7							
0,4	0,5					1,00 - 1,60							+0,8 -0,4	+0,8 -0,4	+0,9 -0,4	+0,9 -0,5	+1,0 -0,5	+1,0 -0,6	+1,1 -0,7	+1,2 -0,8						
0,4	0,6					1,60 - 2,50							+0,8 -0,4	+0,9 -0,4	+1,0 -0,4	+1,0 -0,5	+1,0 -0,6	+1,1 -0,7	+1,2 -0,8	+1,3 -0,9	+1,5 -1,0					
0,5	0,8					2,50 - 4,00							+0,9 -0,4	+1,0 -0,4	+1,0 -0,5	+1,0 -0,6	+1,1 -0,7	+1,2 -0,8	+1,3 -0,9	+1,5 -1,0	+1,6 -1,2	+1,7 -1,3				
0,6	1,0					4,00 - 6,30							+1,0 -0,4	+1,0 -0,5	+1,0 -0,6	+1,1 -0,7	+1,2 -0,8	+1,3 -0,9	+1,6 -1,0	+1,8 -1,0	+2,0 -1,2	+2,0 -1,5	+2,0 -1,5			
0,7	1,2					6,30 - 10,0							+1,0 -0,5	+1,0 -0,6	+1,2 -0,6	+1,3 -0,7	+1,4 -0,8	+1,5 -1,0	+1,7 -1,0	+1,8 -1,2	+2,0 -1,2	+2,0 -1,5	+2,5 -1,5			
0,8	1,5					10 - 16							+1,0 -0,6	+1,2 -0,6	+1,3 -0,7	+1,4 -0,8	+1,5 -1,0	+1,8 -1,0	+1,8 -1,2	+2,0 -1,2	+2,5 -1,5	+2,5 -1,5	+2,5 -2,0	+3,0 -2,0		
0,9	1,7					16 - 25							+1,2 -0,6	+1,3 -0,7	+1,4 -0,8	+1,5 -1,0	+1,8 -1,0	+1,8 -1,2	+2,0 -1,2	+2,0 -1,5	+2,5 1,5	+2,5 -2,0	+3,0 -2,0	+3,5 -2,0	+3,5 -2,5	
1,0	1,8					25 - 40							+1,3 -0,7	+1,5 -0,7	+1,7 -0,8	+1,8 -1,0	+1,8 -1,2	+2,0 -1,2	+2,0 -1,5	+2,5 -1,5	+2,5 -2,0	+3,0 -2,0	+3,5 -2,0	+3,5 -2,5	+3,5 -3,0	
1,2	2,0					40 - 63							+1,5 -0,7	+1,7 0,8	+1,8 -1,0	+1,8 -1,2	+2,0 -1,2	+2,5 -1,5	+2,5 1,5	+2,5 -2,0	+3,0 -2,0	+3,5 -2,0	+3,5 -2,5	+3,8 -2,8	+4,0 -3,0	
1,4	2,2					63 - 100							+1,7 -0,8	+1,8 -1,0	+1,8 -1,2	+2,0 -1,2	+2,0 -1,5	+2,5 -1,5	+2,5 -2,0	+3,0 -2,0	+3,5 -2,0	+3,5 -2,5	+3,8 -2,8	+4,0 -3,0	+4,5 -3,0	
1,6	2,5					100 - 160							+1,8 -1,0	+1,8 -1,2	+2,0 -1,2	+2,0 -1,5	+2,5 -2,0	+3,0 -2,0	+3,5 -2,0	+3,5 -2,0	+3,5 -2,5	+3,8 -2,8	+4,0 -3,0	+4,5 -3,5		
1,8	3,0					160 - 250							+2,5 -1,4	+2,8 -1,4	+3,2 -1,6	+3,6 -1,8	+3,6 -2,5	+3,6 -2,5	+4,0 -2,5	+4,0 -2,8	+4,0 -3,0	+4,0 -3,5	+4,5 -3,5	+5,0 -3,5	+5,5 -3,5	
2,0	3,5					250 - 400							+2,8 -1,4	+3,2 -1,6	+3,6 -1,8	+3,8 -2,0	+4,0 -2,2	+4,2 -2,5	+4,2 -2,8	+4,5 -3,2	+4,8 -3,0	+5,0 -3,2	+5,5 -3,5	+5,5 -4,0	+6,0 -4,5	
2,2	4,0												+3,2 -1,6	+3,6 -1,8	+3,8 -2,0	+4,0 -2,2	+4,2 -2,5	+4,2 -2,8	+4,5 -3,0	+4,8 -3,2	+5,0 -3,2	+5,5 -3,5	+5,5 -4,0	+5,0 -4,5	+6,5 -4,5	
2,5	5,0												+3,6 -1,8	+3,8 -2,0	+4,0 -2,2	+4,2 -2,5	+4,2 -2,8	+4,5 -3,0	+4,8 -3,0	+5,0 -3,2	+5,5 -3,5	+5,5 -4,0	+6,0 -4,5	+6,5 -4,5	+7,0 -5,0	
													+4,0 -2,0	+4,2 -2,2	+4,4 -2,2	+4,8 -2,5	+5,0 -3,0	+5,4 -3,0	+5,8 -3,2	+6,0 -3,5	+6,5 -4,0	+7,0 -4,0	+7,5 -4,5	+7,5 -5,0	+7,5 -5,5	
													+4,4 -2,2	+4,8 -2,2	+5,0 -2,5	+5,2 -3,0	+5,4 -3,0	+5,8 -3,2	+6,0 -3,5	+6,5 -4,0	+7,0 -4,0	+7,5 -4,5	+7,5 -5,0	+8,0 -5,5		
													+4,8 -2,2	+5,2 -2,5	+5,2 -3,0	+5,4 -3,0	+5,8 -3,2	+6,0 -3,5	+6,5 -4,0	+7,0 -4,0	+7,5 -4,5	+7,5 -5,0	+8,0 -5,5	+8,0 -6,0		



0,3	0,5
0,4	0,5
0,4	0,6
0,5	0,7
0,5	0,8
0,6	0,9
0,7	1,0
0,8	1,1
0,9	1,2
1,0	1,4
1,1	1,6
1,2	1,8
1,4	2,0
1,7	2,2
2,0	2,5
2,5	3,0
3,0	3,5
3,5	4,0
4,0	4,5
4,5	5,0

0,25
0,25 - 0,40
0,40 - 0,63
0,63 - 1,00
1,00 - 1,60
1,60 - 2,50
2,50 - 4,00
4,00 - 6,30
6,30 - 10,0
10 - 16
16 - 25
25 - 40
40 - 63
63 - 100
100 - 160
160 - 250
250 - 400

+0,6 -0,4	+0,7 -0,4	+0,8 -0,4	+0,9 -0,5	+1,0 -0,6	+1,2 -0,6								
+0,7 -0,4	+0,8 -0,4	+0,9 -0,5	+1,0 -0,6	+1,2 -0,6	+1,3 -0,7								
+0,8 -0,4	+0,9 -0,5	+1,1 -0,5	+1,2 -0,6	+1,3 -0,8	+1,4 -0,8	+1,4 -1,0							
+0,9 -0,5	+1,1 -0,5	+1,2 -0,6	+1,3 -0,7	+1,4 -0,8	+1,5 -0,9	+1,6 -1,0							
+1,1 -0,5	+1,2 -0,6	+1,3 -0,7	+1,4 0,8	+1,6 -0,8	+1,6 -1,0	+1,8 -1,1	+2,0 -1,2						
+1,2 -0,6	+1,3 -0,7	+1,5 -0,7	+1,6 -0,8	+1,7 -0,9	+1,8 -1,1	+2,0 -1,2	+2,2 -1,4	+2,5 -1,5					
+1,3 -0,7	+1,5 -0,7	+1,6 -0,8	+1,7 -0,9	+1,9 -0,9	+2,0 -1,2	+2,2 -1,4	+2,5 -1,5	+3,0 -1,5	+3,0 -2,0				
+1,5 -0,7	+1,6 -0,8	+1,7 -0,9	+1,9 -1,0	+2,0 -1,2	+2,2 -1,4	+2,5 -1,5	+3,0 -1,5	+3,0 -2,0	+3,5 -2,0	+4,0 -2,0			
+1,6 -0,8	+1,7 -0,9	+1,9 -1,0	+2,1 -1,1	+2,2 -1,4	+2,5 -1,5	+3,0 -1,5	+3,0 -2,0	+3,5 -2,0	+4,0 -2,0	+4,0 -2,5	+4,5 -2,5		
+1,7 -0,9	+1,9 -1,0	+2,1 -1,1	+2,4 -1,2	+2,5 -1,5	+3,0 -1,5	+3,0 -2,0	+3,5 -2,0	+4,0 -2,0	+4,5 -2,5	+4,5 -2,5	+4,5 -3,0	+5,0 -3,0	
+1,9 -1,0	+2,1 -1,1	+2,4 -1,2	+2,5 -1,5	+3,0 -1,5	+3,0 -2,0	+3,5 -2,0	+4,0 -2,0	+4,0 -2,5	+4,5 -2,5	+4,5 -3,0	+5,0 -3,0	+5,0 -3,5	
+2,1 -1,1	+2,4 -1,2	+2,5 -1,5	+3,0 -1,5	+3,0 -2,0	+3,5 -2,0	+4,0 -2,0	+4,0 -2,5	+4,5 -2,5	+4,5 -3,0	+5,0 -3,0	+5,5 -3,0	+5,5 -3,5	
+2,4 -1,2	+2,5 -1,5	+3,0 -1,5	+3,5 -1,5	+3,5 -2,0	+4,0 -2,0	+4,0 -2,5	+4,5 -2,5	+4,5 -3,0	+5,0 -3,0	+5,5 -3,0	+5,5 -3,0	+6,0 -3,5	
+2,5 -1,5	+3,0 -1,5	+3,5 -1,5	+3,5 -2,0	+4,0 -2,0	+4,0 -2,5	+4,5 -2,5	+4,5 -3,0	+5,0 -3,0	+5,5 -3,0	+5,5 -3,5	+6,0 -4,0	+6,5 -4,5	
+3,0 -1,5	+3,5 -1,5	+3,5 -2,0	+4,0 -2,0	+4,5 -2,5	+4,5 -3,0	+5,0 -3,0	+5,0 -3,5	+5,5 -3,5	+6,0 -4,0	+6,0 -4,5	+6,5 -4,5	+7,0 -5,0	
+3,5 -1,5	+3,5 -2,0	+4,0 -2,0	+5,0 -2,5	+5,0 -3,0	+5,0 -3,5	+5,5 -3,5	+5,5 -4,0	+6,0 -4,0	+6,0 -4,5	+6,5 -4,5	+7,0 -5,0	+7,5 -5,5	
+3,5 -2,0	+4,0 -2,0	+5,0 -2,5	+5,5 -2,5	+5,5 -3,0	+5,5 -3,5	+6,0 -3,5	+6,5 -3,5	+6,5 -4,0	+6,5 -4,5	+7,0 -5,0	+7,5 -5,5	+8,0 -6,0	
+4,0 -2,0	+5,0 -2,5	+5,5 -3,0	+6,0 -3,0	+6,0 -3,5	+6,0 -4,0	+6,5 -4,0	+6,5 -4,5	+7,0 -4,5	+7,0 -5,0	+7,5 -5,5	+8,0 -6,0	+8,5 -6,5	
+5,0 -2,5	+5,5 -3,0	+6,0 -3,0	+6,5 -3,0	+6,5 -3,5	+6,5 -4,0	+6,5 -4,5	+7,0 -4,5	+7,0 -5,0	+7,5 -5,5	+8,0 -6,0	+8,5 -6,5	+9,0 -7,0	
+5,5 -3,0	+6,0 -3,0	+6,5 -3,5	+7,0 -3,5	+7,0 -4,0	+7,0 -4,5	+7,5 -4,5	+7,0 -5,0	+7,5 -5,5	+8,0 -6,0	+8,5 -6,5	+9,0 -7,0	+9,5 -7,5	
+6,0 -3,0	+6,5 -3,5	+7,0 -3,5	+7,5 -4,0	+8,0 -4,0	+8,0 -4,5	+8,0 -5,0	+7,5 -5,5	+8,0 -6,0	+8,5 -6,5	+9,0 -7,0	+9,5 -7,0	+10,0 -8,0	
+6,5 -3,5	+7,0 -3,5	+7,5 -4,0	+8,0 -4,0	+8,0 -4,5	+8,0 -5,0	+8,0 -5,5	+8,0 -6,0	+8,5 -6,5	+9,0 -7,0	+9,5 -7,5	+10,0 -8,0	+10,5 -8,5	

** Chỗ lồi lấy dấu (+), chỗ cắt lấy dấu (-)*

Chú thích: Muốn xác định dung sai trong bảng trên "Trọng lượng chi tiết rèn" lấy theo dòng và dịch chuyển theo dòng đó về bên phải đối với các kích thước chi tiết rèn cần phải tìm dung sai lấy theo nhóm thép M1 có độ phức tạp C1. Đối với chi tiết rèn bằng thép nhóm M2 về phía phải hạ xuống 2 dòng theo đường nghiêng và dịch chuyển ngang về phía phải tới kích thước cần thiết, ta tìm được dung sai cho chi tiết rèn có độ phức tạp C1. Dịch chuyển tương tự như vậy xuống dưới một, hai hoặc ba dòng được tiến hành đối với chi tiết có độ phức tạp C2, C3, C4 theo đường nghiêng, phân bố theo biểu đồ "Mức độ phức tạp của chi tiết rèn". Trị số sai lệch của rìa mép và xê dịch theo đường phân khuôn được xác định giống như trên phía trái của cột "Trọng lượng chi tiết rèn" với sự xê dịch theo dòng ngang xuống dưới theo mức độ phức tạp tính toán của của chi tiết rèn và mặt phân khuôn.

Độ chính xác của phôi dập.

-Dung sai kích thước của chi tiết rèn cấp chính xác I (cao) và II (bình thường), được chế tạo trên các thiết bị rèn dập khác nhau, được giới thiệu ở bảng 3-19.

Các tài liệu ban đầu để xác định dung sai là nhóm thép, trọng lượng và cấp chính xác của chi tiết rèn.

Khi sử dụng bảng 3-19 cần chú ý các điểm sau đây:

1/ Thép cacbon M1 có thể tới 0,45% cacbon và tới 2% các nguyên tố hợp kim.

2/ Dung sai cho các kích thước bên trong của chi tiết rèn (trong số đó có lỗ) cần phải lấy dấu ngược lại.

3/ Phân biệt độ phức tạp của chi tiết rèn: C1, C2, C3, C4. Hệ số $C=\frac{G_p}{G_h}$. Trong đó G_p và G_h là trọng lượng phôi và trọng lượng hình đơn giản trong đó chứa hình phôi. Đối với chi tiết rèn nhóm C1 hệ số $C = 0,63 \div 1$; đối với nhóm C2 hệ số $C = 0,32 \div 0,63$; đối với nhóm C3 hệ số $C = 0,16 \div 0,32$; với nhóm C4 hệ số $C < 0,16$.

4/ Đối với dung sai kích thước H, D và d (hình 3-20), được quy định cho chi tiết dập không trọn vẹn và độ mòn hai phía của khuôn dập, ta sử dụng dung sai trong bảng. Dung sai cho kích thước L, l quy định cho độ mòn một phía, thì lấy bằng 0,5 trị số dung sai trong bảng, dung sai kích thước h dùng cho khuôn dập mòn một phía được xác định bằng cách lấy ± 0,5 dung sai trong bảng, còn kích thước h_1 là trị số dung sai trong bảng nhưng có dấu ngược lại. Dung sai của các kích thước khác (không được kể đến ở trên) của chi tiết rèn thì được xác định bằng cách lấy ± 0,7 dung sai của kích thước lớn nhất của chi tiết rèn đó. Sai lệch cho phép của khoảng cách tâm A cần phải lấy theo bảng 3-20. Còn bảng 3-21 giới thiệu các góc nghiêng cho phép của chi tiết rèn nhận được trên máy búa và rèn ngang.

Với các chi tiết rèn có dạng thông thường (dạng tròn xoay) nhận được trên các máy ép thì góc nghiêng ngoài α và nghiêng trong β được lấy như sau:

	α^0	β^0
Khi chồn	1 ÷2	2 ÷ 3
Khi ép chảy (chồn và ép chảy)	3 ÷5	5 ÷ 7

Đối với chi tiết rèn có hình dạng phức tạp (kéo dài ra) thì:

	α^0	β^0
Khi chồn	3 ÷5	5 ÷ 7
Khi ép chảy (chồn và ép chảy)	5 ÷7	5 ÷ 7

Sai lệch khoảng cách tâm tới mặt phẳng và độ thẳng được xác định theo các kích thước danh nghĩa của phôi dập (bảng 3-20).

Tuổi thọ của khuôn

Trong các bảng 3-22, 3-23, 3-24, 3-25 giới thiệu tuổi thọ của các loại khuôn. Với các khuôn dập không có gờ, mép thì tuổi thọ giảm đi một cách đáng kể. Ví dụ như khuôn dập kín trên máy búa cho từ 1000 đến 5000 phôi.

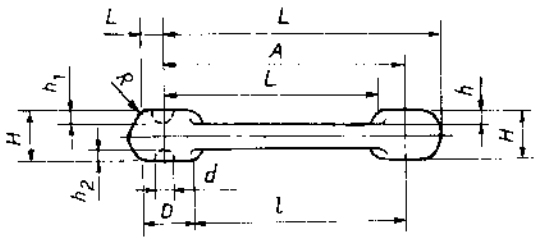
Tuổi thọ của khuôn dập tốc độ cao trên máy búa đạt 2500 đến 4000 phôi khi chồn và 1000 đến 2000 phôi khi ép chảy.

Độ bền của khuôn trên máy ép trục khuỷu thì thấp hơn độ bền của khuôn trên máy búa, vì tốc độ làm biến dạng kim loại nhỏ hơn (đối với máy chồn điện thì đạt tới 3000 đến 4000 phôi); khi nóng thì tuổi bền khuôn thay đổi trong một giới hạn rộng (3,5 đến 30000 phôi) tuỳ theo vật liệu khuôn và chi tiết, trọng lượng chi tiết và các yếu tố khác.

Tuổi thọ của đầu búa máy rèn hướng kính là 5 đến 15.000 phôi. Bảng 3-26 giới thiệu các số liệu, đặc trưng cho phạm vi ứng dụng có hiệu quả dập so với rèn theo nhóm phức tạp và vật liệu.

d)Dập nguội

Phương pháp dập nguội có thể dập được các chi tiết bằng thép, nhôm, đồng, niken và các hợp kim của chúng. Khi dập nguội thì đường kính ngoài của phôi nhận được nhỏ hơn 0,05÷0,1 mm so với đường kính cho trên bản vẽ, còn đối với mặt trong thì lớn hơn từ 0,05÷0,1 mm. Phôi để đưa vào dập nguội thường là các thanh, tấm, ống, thép cán chu kỳ. Hợp lý nhất là các thanh, các dây vì nó nhỏ hơn so với các loại prôphin khác, dùng cho các mặt hàng phổ thông (về kích thước, về độ chính xác,



Hình 3-20.*Hình vẽ để xác định dung sai kích thước phôi dập*

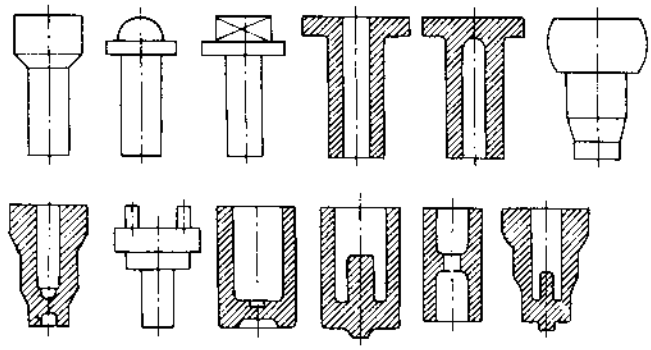
Bảng 3-20.*Dung sai khoảng cách các bộ phận của phôi dập*

Khoảng cách tâm, kích thước lớn nhất hoặc là chiều dài của các bộ phận góc	Dung sai khoảng cách tâm (±) mm	Dung sai độ phẳng, độ thẳng (cho mặt phẳng), dao động hướng kính (cho chi tiết tròn xoay), mm	Dung sai (±) về góc của các bộ phận
Đến 25			3°00' 1°30'
> 25÷60	0,3 0,2	0,4 0,25	1°30' 0°45'
> 60÷100	0,5 0,25	0,6 0,4	0°45' 0°30'
>100÷160	0,8 0,4	0,8 0,5	0°30' 0°15'
> 160÷250	1,0 0,5	1,0 0,6	0°15' 0°10'
> 250÷360	1,5 0,75	1,2 0,8	
>360÷500	1,9 1,0 2,12	1,5 1,0 2,0	
>500÷630	1,25 2,5	1,5 2,5	
> 630÷800	1,5	1,8	

Chú thích: - Trị số trên tử số dùng cho chi tiết rèn có độ chính xác bình thường, còn trị số ở mẫu số dùng cho chi tiết rèn có độ chính xác cao.

về trạng thái - cán nóng, cán định hình, gia công nhiệt và không gia công nhiệt).

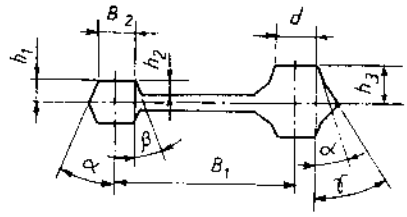
Một số hình dạng của phôi chi tiết đặc và rỗng được giới thiệu trên hình3-21.



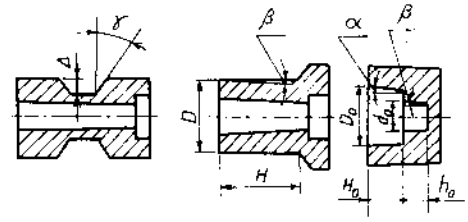
Hình 3-21. *Các loại phôi, nhận được bằng cách dập nguội thể tích*

Bảng 3-21.*Góc nghiêng cho phép trên chi tiết rèn*

Chi tiết rèn nhận được trên máy búa



Chi tiết rèn nhận được trên máy rèn ngang



$h_{1,2,3}$; $h_{1,2,3}$ $b_{1,2}$ d	Góc nghiêng^0				H_0 h_0, D_0 d_0	α	H D	β	Δ, mm	γ
	Thông thường		Kép							
	Ngoài α	Trong β	Cơ bản α	Vào γ						
					Đến 0,5	0	Đến 0,3	0'	Đến 10	1
					>0,5÷1,5	15'				
					>1,5÷2,5	30'	0,3-1,3	15'	10-30	3
Từ 0,5÷1,0	5	7	3	7	>2,5÷3,5	45'				
>1,0 ÷ 2,5		10			>3,5÷4,5	1^0	1,3-2,3	30'	30-50	5
>2,5 ÷ 4,0	7	12	5	10	>4,5÷5,5	$1^0$15'				
>4,0 ÷ 5,5					>5,5÷6,5	$1^0$30'	2,3-3,3	45'	50-80	7
> 5,5	10			12	>6,5÷7,5	$1^0$45'				
					>7,5÷8,5	2^0	3,3-4,3	1^0	≥80	10

Bảng 3-22. *Độ bền của khuôn hở trên máy búa khi dập phôi bằng thép cacbon và thép xây dựng*

Vật rèn	Thông số cơ bản của chi tiết rèn					Độ bền (nghìn phôi)
	Đường kính	Chiều cao	Chiều dài	Bề rộng	Chiều dầy	
Tròn trong tấm phẳng(nắp, bánh xe, mặt bích)	100	60				11
	100	100				9
	200	100				6
	200	200				4
	400	100				3
	400	300				2,3
Có hai đầu và thân tiết diện chữ I (biên)		10		50		6,5
		50		50		4,5
		40		100		2,8
		100		100		1,5
Phần trục kéo dài và đầu định hình (đĩa, chạc)		10	40	40		11
		50	100	100		6
		80	220	160		3,5
Phần trục kéo dài và có phần lồi (đòn bẩy, tay đòn, tay gạt)			40		10	16
			100		10	11
			100		40	9,5
			160		40	7

Bảng 3-23. *Độ bền của khuôn có kích thước lớn trên máy búa bằng thép bền nhiệt khi chế tạo các chi tiết rèn bằng các loại vật liệu khó chế tạo (nghìn phôi).*

Chi tiết rèn	Vật liệu rèn					
	Thép cácbon thấp, hợp kim và xây dựng	Thép cácbon trung bình, hợp kim và xây dựng	Thép có độ bền cao	Thép chịu mòn và chịu nhiệt	Hợp kim	
					Ti tan	Bền nhiệt
Kích thước nhỏ	1,5 - 3	0,5 - 0,6	0,9 - 1,5	0,2 - 1,2	0,1 - 0,4	0,2
Phẳng dài	0,2 - 0,8	0,2 - 1,5	0,25 -0,8	0,1 - 0,2	0,1 - 1	
Vật tròn	0,4 - 1	0,15 - 0,17	0,3 - 0,6	0,15 - 0,5	0,1 - 0,45	
Đĩa		0,2 - 0,85		0,1 - 0,4	0,15-0,35	0,03-0,05
Cánh, phiến					0,35-0,8	

Bảng 3-24. *Độ bền của dụng cụ có thể thay đổi để ép chảy nóng trên máy ép trục khuỷu*

Ép chảy	Dụng cụ	Vật liệu dụng cụ	Độ bền (nghìn phôi)
Các chi tiết bằng thép xây dựng	Chầy dập, mũi đột	P18	2 - 5
	Khuôn	P18, 3X2B8Ф	3 - 6
	Phần đẩy ra	9XC	5 - 10
Bạc bằng thép 20X13, 40X13	Chầy dập, mũi đột	3X2B8Ф	Đến 5
	Khuôn	3X2B8Ф	10 - 15

Bảng 3-25. *Độ bền của dụng cụ trên máy rèn ngang.*

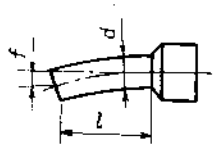
Dụng cụ	Độ bền (nghìn phôi)	Dụng cụ	Độ bền (nghìn phôi)
Chầy dập:		Làm dấu trong điều kiện khó, khó gia công	2 - 3
Toàn bộ	10 - 12	Khuôn:	
Tạo hình:		Tạo hình phức tạp	3,5 - 5
Đơn giản	8 - 10	Toàn bộ	6 - 8
Phức tạp	4 - 6	Cắt đứt	3 - 5
Làm thung và cắt đứt	3 - 4	Kẹp chặt	20 30

Bảng 3-26. *Kích thước phỏng chừng của nhóm phôi khi chuyển từ rèn sang dập trên máy búa*

Phức tạp	Số lượng phôi nhỏ nhất bằng			
	Thép cacbon	Thép xây dựng	Hợp kim nhôm	Hợp kim titan
I	400	350	280	37
II	290	250	190	32
III	220	190	150	28
IV	165	150	120	26
V	96	90	84	17

Chú thích: I - l_p=1,5 - 10d; $l_p = l_n$;
II - l_p> 8 - 10d; $l_n \leq 10d$;
III - Phôi,trên nó được nung nóng đồng thời cả hai đầu; $l_n >< 0,5\ l_p$;
IV - Phôi có nhiều góc cạnh, nung nóng ở một đầu; $l_n \leq 10d$;
V - phôi được nung nóng ở phần giữa; $l_n >< 0,5d$;
l_p, l_n là chiều dài phôi và chiều dài phần nung ;
d là đường kính phôi dập

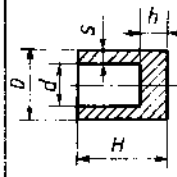
Bảng 3-27.*Sai lệch kích thước của phôi đặc nhận được bằng cách dập ép*



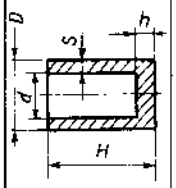
Đường kính danh nghĩa d	Sai lệch đường kính	Chiều dài l	Độ cong f
10-20	±0,05	Đến 100	0,12-0,15
20-30	±0,07	>200	0,05-0,25
30-50	±0,08	>500	0,1-0,5
50-80	±0,10	>700	0,2-1,5
80-100	±0,12	>1200	0,5-2,0

Nếu dụng cụ được chế tạo có độ chính xác cấp 7 thì khi dập hướng kính, ta nhận được chi tiết dạng đối xứng qua tâm có độ chính xác cấp 8-11 tuỳ theo độ mòn của khuôn.Sai lệch của các loại phôi dập nguội được giới thiệu trên bảng 3-27, 3-28, 3-29.

Bảng 3-28. *Sai lệch kích thước của phôi đặc nhận được bằng cách dập ép, mm*

Sơ đồ	S	H/D≥1,2 S=2-15	H/D≥1,2 S=0,5-6	h	H/D≥1,2 S=2-15	H/D≥1,2 S=0,5-6
	mm	Sai lệch S		mm	Sai lệch h	
	2 2-10 10-15	±0,1 ±0,15 ±0,2		Đến 2 2-10 10-15	±0,15-0,2 ±0,2-0,3 ±0,25-0,3	±0,15 ±0,2-0,3 ±0,25-0,35
	Đến 0,6 0,8-1,2		±0,05-0,1 ±0,07-0,1	15-25 25-40	±0,3-0,4 ±0,4-0,5	±0,3-0,4 ±0,35-0,5
	1,2-2,0 2,0-3,5 3,5-6,0		±0,1-0,15 ±0,12-0,15 ±0,15-0,2	40-50 50-70		±0,4-0,5 ±0,45-0,6
Khi h ≤ 2mm sai lệch bằng ± (0,05÷0,1)mm; khi 2 ≤ h ≤ 10mm sai lệch bằng ± (0,1÷ 0,15)mm						

Bảng 3-29. *Sai lệch kích thước của phôi rỗng nhận được bằng cách dập ép, mm*

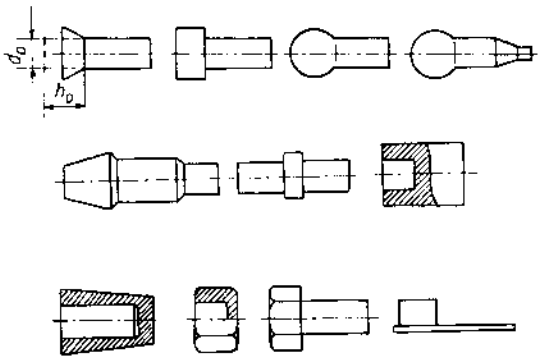
Sơ đồ	D	H/D < 1,2 ; S=2-15		H/D=1,2; S=0,5-6	
	mm	Sai lệch D	Sai lệch d	Sai lệch D	Sai lệch d
	Đến 10 10-30	±0,08 ±0,10	±0,10 ±0,1-0,2	±0,10	±0,05 ±0,05-0,07
	30-40 40-50	±0,12 ±0,15	±0,15-0,25 ±0,20-0,25		±0,08 0,10 ±0,10-0,12
	50-60 60-70	±0,20 ±0,22	±0,20-0,30		±0,12-0,14 ±0,15-0,18
	70-80 80-90 90-100	±0,25 ±0,3 ±0,35	±0,20-0,35 ±0,25-0,40 ±0,30-0,45	±0,20-0,30	±0,18-0,20 ±0,20-0,24 ±0,25-0,30
	100-120 120-140	±0,4	±0,35-0,5	±0,30 ±0,40	±0,30-0,40 ±0,40-0,50
Khi h ≤ 2mm sai lệch bằng ± (0,05÷0,1)mm; khi 2 ≤ h ≤ 10mm sai lệch bằng ± (0,1÷ 0,15)mm					

Chất lượng bề mặt của phôi dập phụ thuộc vào chất lượng bề mặt của dụng cụ $R_a \leq 0,32 \div 0,08\mu m$, vật liệu bôi trơn, mặt phân khuôn v. v. .. Độ nhám bề mặt của lỗ trên chi tiết bằng hợp kim mầu R_a=0,04μm, với mặt ngoài R_a=0,16μm; mặt trong của chi tiết bằng hợp kim đen

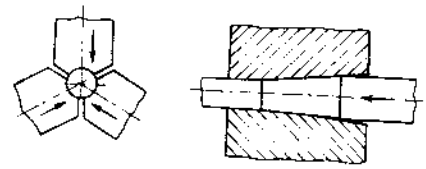
R_a= 0,16μm, mặt ngoài R_a = 10μm.

Chồn ép có thể tạo được phôi bằng thép chứa C ≤ 0,5% (cacbon), trong một số trường hợp hàm lượng cacbon lên tới 1,1% nhưng khả năng biến dạng giảm đi. Các dạng chi tiết nhận được bằng phương pháp chồn ép thể tích nguội được giới thiệu ở hình 3-22.

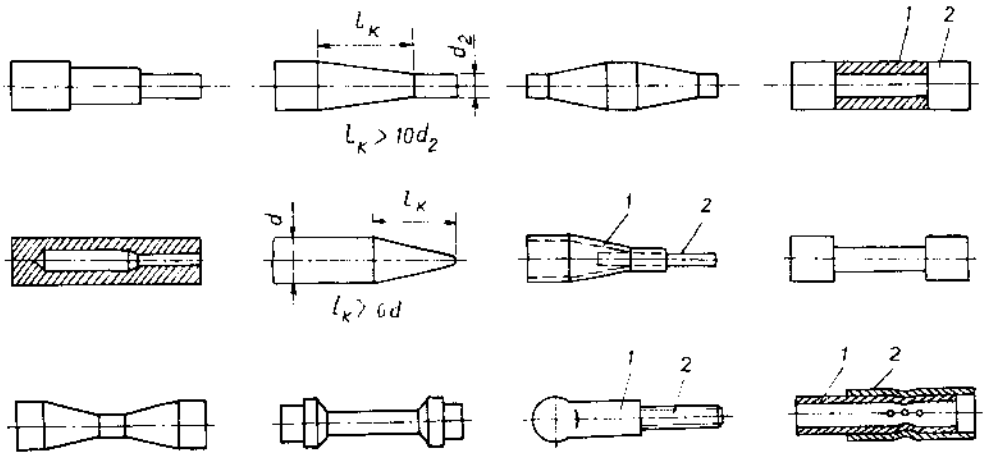
Ép hướng kính (hình 3-23 và 3-24) có thể tạo ra các chi tiết trục bậc hoặc dài ở trạng thái nóng hoặc nguội bằng các loại hợp kim có độ bền nhiệt và ít tính dẻo, các chi tiết rỗng có hình thù bên trong phức tạp, các chi tiết có lỗ nhỏ và sâu được tạo nên bằng cách lắp ghép.



Hình 3-22. *Các dạng chi tiết nhận được nhờ phương pháp chồn ép thể tích nguội*



Hình 3-23. *Sơ đồ ép hướng kính S - Lượng vào của phôi*



Hình 3-24. *Các dạng chi tiết chính và các nguyên công nối ghép khi ép hướng kính: 1, 2 - các chi tiết nối ghép*

Các chi tiết có thể được nối ghép từ hai chi tiết bạc, từ bạc với trục, từ các chi tiết có các tiết diện ngang khác nhau.

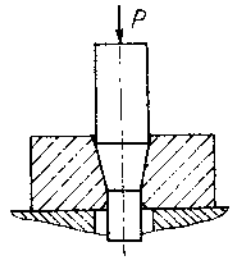
Khi ép nguội thì độ nhám bề mặt $R_a \leq 0{,}32 \div 0{,}08\mu m$, độ chính xác đạt cấp 6 - 9; còn ép nóng thì $R_a \leq 5 \div 1{,}25\mu m$ độ chính xác từ cấp 11-13.

Một số số liệu đặc trưng cho độ chính xác của phôi khi ép hướng kính nguội và nóng được giới thiệu ở bảng 3-30, còn bảng 3-31 chỉ ra lượng dư và dung sai khi dập nguội.

Bảng 3-30. *Độ chính xác khi ép hướng kính*

Gia công	Đường kính và dung sai (mm)			Sai lệch về độ thẳng của đường kính ngoài
	Mặt ngoài		Mặt trong	
	Thanh	Ống		
Nung nóng	60±(0,1÷0,2) 63,5±0,25	152,4±0,25		
Nguội		44±0,01 47±0,01	40±0,076	30
Nung nóng		150±0,1	±0,05	
Nguội	12,7±0,025	127±0,005		±50

Người ta còn dùng phương pháp ép giảm kích thước (hình 3-25) để tạo hình trên các loại trục bậc đặc hoặc rỗng, mức độ thay đổi đường kính phụ thuộc vào mác thép, khả năng biến dạng và nằm trong khoảng 0,15-0,45% đường kính của khuôn.

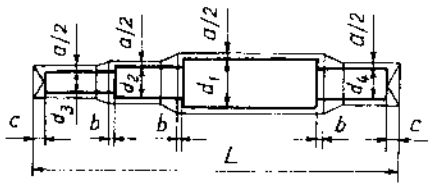


Hình 3-25. *Sơ đồ ép giảm kích thước trong khuôn liền*

Bảng 3-32, 3-33 giới thiệu tiêu chuẩn bền của khuôn dập nguội thể tích.

Trên các chi tiết bậc thì kích thước bậc nhỏ nhất a_{min}=0,03-0,05 mm, còn kích thước lớn nhất được xác định theo mức độ biến dạng của vật liệu. Bán kính lượn r ≥ 1mm, còn khi dập trong nhiều nguyên công thì ≥ 0,3mm, khi kích thước bậc lớn hơn 3mm thì bậc phải có góc > 27^0 (hình 3-26b). Đối với các phôi có dạng hình cốc (hình 3-26c) thì r=1,5mm khi d ≥10mm; r=2,5mm khi d =30mm; r=3mm khi d ≥60mm. Với phôi ở đáy lỗ có hình côn (dốc) thì $\alpha = 3 \div 27^0$ khi tỷ số $d_1/d = 2$. Tính công nghệ trong kết cấu của các bộ phận của phôi khi dập nguội thể tích được giới thiệu ở hình 3-26.

Bảng 3-31. *Lượng dư và dung sai (mm) trên các trục bậc dập nguội quay tròn*



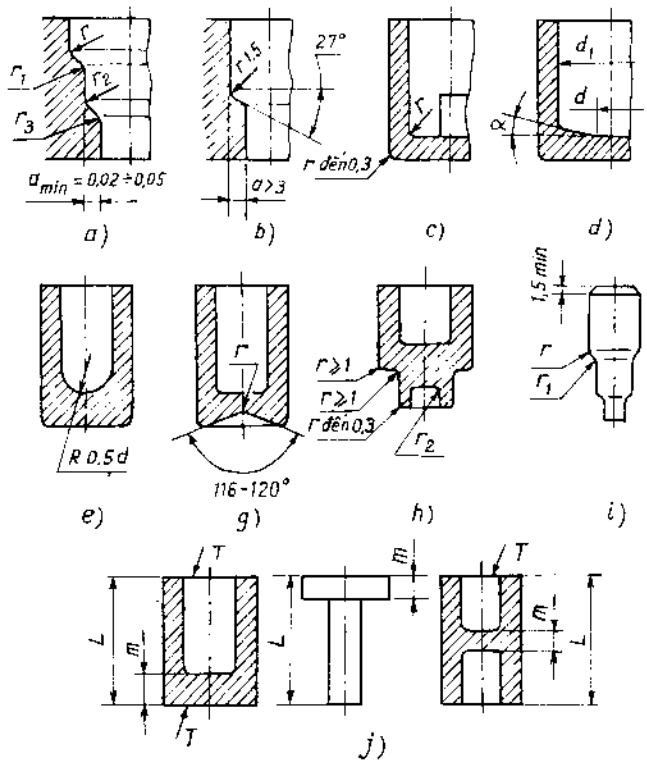
Chiều dài L Độ cứng phôi		Đường kính phôi, mm							
		5	6-10	11-15	16-20	21-30	31-40	41-50	51-55
ến 60	a	0,75 ± 0,05	0,50 ± 0,05	0,25 ± 0,1					
61 - 120		1,50 ± 0,1	0,75 ± 0,05	0,50 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,50 ± 0,1	0,75 ± 0,1		
121 - 180			1 ± 0,1	0,75 ± 0,1	0,75 ± 0,1	0,75 ± 0,1	1,0 ± 0,1	1,5 ± 0,2	1,8 ± 0,5
181 - 240			2 ± 0,1	1,5 ± 0,1	1 ± 0,1	1 ± 0,1	1,5 ± 0 2	1,5 ± 0,2	2 ± 0,5
241 - 360				2,5 ± 0,2	2 ± 0,2	1,5 ± 0,2	1,8 ± 0,2	1,8 ± 0,2	2,2± 0,5
361 - 480					2,5 ± 0,5	2 ± 0,5	2,1 ± 0,5	2,2 ± 0,5	2,5 ± 0,5
481 - 600						3 ± 0,5	2,5 ± 0,5	2,5 ± 0,5	3 ± 0,5
601 - 720							4,0 ± 0,5	3,5 ± 0,5	3,5 ± 0,5
721 - 840								4,5 ± 0,5	4 ± 0,5
841 - 1000								6 ± 0,5	5± 0,5
>1000									6±0,5
Đến 1000		0,5 ± 0,2	0,5 ± 0,2	1 ± 0,5	1 ± 0,5	1,5 ± 0,5	2 ± 1	2,5± 1	3 ± 1
>1000					2 ± 1	3 ± 1	4 ± 2	5 ± 2	6 ± 2
HRB < 83	C*[1]	5 ± 0,5	10 ± 1	15 ± 1	20 ± 1	30 ± 1,5	40 ± 1,5	50 ± 1,5	65 ± 2
HRB > 83		2,5 ± 0,5	5 ± 0,5	7 ± 0,5	10 ± 1	15 ± 1	20 ± 1	25 ± 1,5	30 ± 1,5

*Giá trị C dùng cho phôi có đường kính 5-10mm với chiều dài phôi L≤1000mm, còn đối với phôi có đường kính 16-55mm trị số C giống nhau khi L ≤ 1000mm và cả khi L > 1000mm

Chú thích: Lượng dư a cho các đường kính d_1÷d_4 giống nhau

Bảng 3-32. *Định mức phỏng chừng độ bền của khuôn dập nguội thể tích tới khi mòn hoàn toàn, (nghìn lần dập)*

Khuôn dập	Vật liệu được dập			
	Thép mềm	Đồng thau A 68, A 62	Đồng đỏ, hợp kim nhôm	Nhôm
Lỗ khuôn phẳng	550	700	800	1500
Dập nổi	100	130	170	280
Chồn(khi $\varnothing D_{phôi}$=4-20mm)				
Cối hai phía	10 - 25	20 - 35	20 - 50	
Chầy dập côn	45 - 200	150 - 250	130 - 400	
Chầy dập tinh hai phía	50 - 300	140 - 360	110 - 400	
Dập thể tích và dập tinh				
Hình dạng đơn giản	100	130	170	280
Hình dạng phức tạp	50	70	100	150



Hình 3-26.
Tính công nghệ của phôi khi dập thể tích
a)Góc lượn của vấu bên trong
b)Góc nghiêng ≥ 27° khi a> 3mm
c)Đáy phẳng
d)Đáy có góc nghiêng α=3÷27° và một phần phẳng
e)Đáy cầu
g)Khoét lõm ở mặt ngoài đáy
h) Khoét lõm dưới 2mm trên phần lồi của đáy
i) Các kích thước phổ biến trên chi tiết trục bậc đặc
j)Các kích thước chiều dài phổ biến

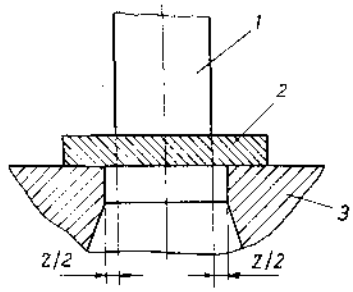
T- Mặt đầu không được hình thành trên khuôn dập

Dập nguội tấm dùng để gia công các vật liệu kim loại và phi kim loại khác nhau ở các dạng tấm, phiến, dải, băng v. v. Các vật liệu dùng trong dập nguội tấm có yêu cầu chung là tính dẻo tốt và giới hạn bền cao.

Để cắt đứt các phôi tấm, dải, băng người ta dùng nhiều phương pháp như cắt bằng kéo, bằng cưa đĩav. v. và ngay cả bằng phương pháp dập.

Bảng 3-33. *Độ bền ước lượng của khuôn dập nguội dùng cho chi tiết ống răng (nghìn lần dập)*

Chiều dầy thành chi tiết mm	Dập trực tiếp			Dập đảo ngược và liên tục		
	Kẽm Alumin	Đồng Đuralumin	Đồng thau	Kẽm Alumin	Đồng Đuralumin	Đồng thau
0,5	40			30		
0,75	60	30		50	20	
1	80	45	25	60	35	15
1,5	100	65	45	70	45	25
2,0	120	90	60	80	60	35

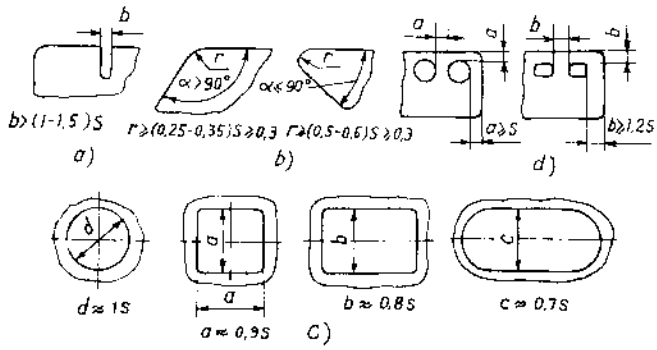


Hình 3-27.*Sơ đồ đột lỗ*
1 - chầy; 2 - phôi; 3 - cối; Z - khe hở

Dung sai khi cắt trong khuôn dập, với phôi dầy dưới 3mm đạt cấp 12÷13, còn phôi dầy 3÷5mm thì đạt cấp 14, phôi dầy hơn 5mm thì đạt cấp 14÷16.

Đột lỗ(hình3-27). Khe hở nhỏ nhất giữa chầy và cối từ 2÷8% chiều dầy. Muốn có chi tiết có chất lượng bề mặt cao thì phải tăng lực đột, nhưng sẽ giảm tuổi thọ của khuôn.

Các bảng 3-35÷3-38, chỉ ra các sai lệch và dung sai kích thước của phôi khi đột lỗ. Tính công nghệ của một số bộ phận của chi tiết đột lỗ được chỉ ra trên hình 3-28.



Hình 3-28. *Yêu cầu kết cấu công nghệ khi đột lỗ: a) Bề rộng rãnh;b) Bán kính lượn;c) Kích thước lỗ; d) Khoảng cách giữa các lỗ*

Việc làm sạch đường viền ngoài và đường viền trong bằng cách lấy đi một lớp phoi mỏng được dùng cho phôi dầy 0,5÷10mm với kích thước lớn nhất 200x200mm sau khi đã nắn thẳng(bảng 3-39).

Trên hình 3-29 là yêu cầu công nghệ của một số bộ phận của chi tiết khi uốn.

Giãn kim loại.Hình 3-30 là sơ đồ ép giãn kim loại; số lượng nguyên công làm giãn để đạt được đường kính yêu cầu được xác định theo hiệu quả của tất cả các lần ép giãn.

Bảng 3-34. *Sai lệch kích thước của phôi khi đột (mm)*

Chiều dầy chi tiết S (mm)	Đường kính chi tiết			
	Đến 50	>50 ÷120	>120 ÷200	>200 ÷500
>0,2÷0,5	±0,1	±0,15	±0,20	±0,30
>0,5÷1	±0,15	±0,20	±0,30	±0,40
>1÷2	±0,20	±0,30	±0,40	±0,50
>2÷3	±0,30	±0,40	±0,50	±0,60
>3÷4	±0,40	±0,50	±0,60	±0,80
>4÷6	±0,50	±0,60	±0,80	±1,0

Bảng 3-35. *Sai số đường kích lỗ (mm)*

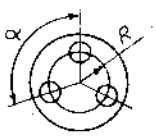
Chiều dầy chi tiết S	Đường kính lỗ, mm		
	Đến 10	>10÷50	>50÷100
Đến2	±0,06	±0,08	±0,10
>2÷4	±0,08	±0,10	±0,12
>4	±0,10	±0,12	±0,14

Bảng 3-36. *Sai lệch khoảng cách giữa tâm các lỗ đột và từ chuẩn tới tâm lỗ (mm).*

Chiều dầy chi tiết S	Kích thước giữa tâm, mm		
	Đến 120	>120÷220	>220÷360
Đến 2mm	±0,15	±0,20	±0,25
>2÷4mm	±0,20	±0,25	±0,30
>4mm	±0,25	±0,30	±0,40

Chiều dầy chi tiết S (mm)	Kích thước chuẩn, mm			
	Đến 50	>50 ÷120	>120 ÷220	>220 ÷360
Đến2	±0,50	±0,60	±0,70	±0,80
>2÷4	±0,60	±0,70	±0,80	±1,00
>4	±0,70	±0,80	±1,00	±1,20

Bảng 3-37. *Dung sai kích thước góc giữa các tâm lỗ, phân bố trên đường tròn*

Sơ đồ	R, (mm)	Dung sai cho α
	Đến 6	±3°
	>10÷18	±2°30'
	>18÷30	±2°
	>30÷50	±1°30'
	>50÷80	±1°
	>80÷120	±45'
	>120÷180	±40'
	>180	±30' ±30'

Bảng 3-38. *Dung sai kích thước của các chi tiết bằng vật liệu nhựa cách điện và tectôlit (mm)*

Chiều dầy vật liệu S (mm)	Viền ngoài và lỗ		Kích thước các tâm	
	Kích thước danh nghĩa	Cấp chính xác	Kích thước danh nghĩa	Dung sai, nhỏ hơn
0,5	>0,5	11	Đến 5	±0,05
>0,5÷1	Đến 3	12÷13	>5	±0,1
	>3	11		
>1÷1,5	Đến 6	12÷13	Đến 80	±0,1
	>6	14	>80	±0,2
>1,5÷2	Đến 18	12÷13	Đến 50	±0,1
	>18	14	>50 Đến180	±0,2
			>180	±0,3
>2÷3	Đến 18	14	Đến 50	±0,1
	>18	14	>50 Đến 120	±0,2
			>120	±0,3

Bảng 3-39. *Dung sai (mm)khi làm sạch đường viền ngoài*

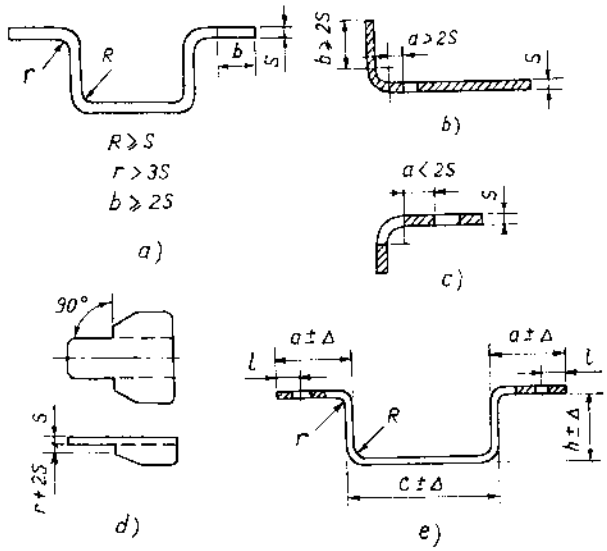
Chiều dầy (mm), S	Chiều dài (đường kính), mm		
	Đến 10	10 ÷ 50	50 ÷ 100
Đến 1	+0,012	+0,020	+0,025
>1 ÷ 2	+0,020	+0,025	+0,035
>2 ÷4	+0,025	+0,030	+0,045
>4 ÷ 6		+0,040	+0,055
>6 ÷ 10		+0,055	+0,065

Độ chính xác của phôi theo đường kính khi ép giãn thường đạt khoảng cấp 11 ÷ 12; còn theo chiều cao thì xem bảng 3-40; 3-41.

Độ nhám bề mặt của chi tiết sau khi ép giãn tăng lên so với ban đầu.

Khi ép giãn nếu có sự dát mỏng kim loại thì tuỳ theo

điều kiện ép giãn mà đường kính ngoài chi tiết có thể lớn hơn, bé hơn hoặc bằng đường kính của cối; độ chính xác đạt cấp 7 ÷ 9. Độ chính xác chiều dầy vách khoảng cấp 7 ÷ 11. Các thông số độ nhám mặt ngoài đạt khoảng $R_a = 0{,}32 \div 0{,}08$ μm.



Hình 3-29. *Yêu cầu công nghệ đối với các bộ phận của chi tiết uốn*

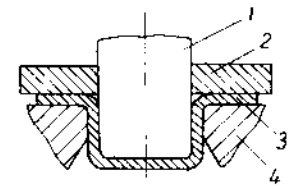
a) Bán kính lượn và chiều dài mép

b) Khoảng cách từ đường tiếp xúc tới mép lỗ

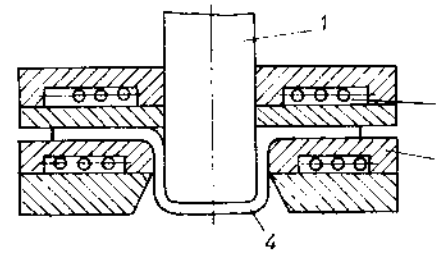
c) Lỗ xuất hiện trong vùng biến dạng

d) Góc giữa đường uốn và hướng mép 90°

e) Bố trí kích thước và dung sai trên các vật uốn



Hình 3-30. *Sơ đồ làm giãn kim loại*
1-Chầy; 2-Tấm đỡ
3-Phôi; 4-Cối



Hình 3-31. *Sơ đồ giãn ép có nung nóng. 1-Chầy có các rãnh dẫn nước làm lạnh*
2-Bộ phận điện nung nóng
3-Cối; 4-Phôi

Ép giãn tổ hợp đồng thời làm giảm đường kính và giảm chiều dầy của vách, cho phép đạt được chiều cao sau một lần ép lớn hơn gấp 2 ÷ 3 lần so với ép có sự dát mỏng ở trên.

Độ chính xác đường kính ngoài đạt cấp 7÷8 và luôn có sai lệch âm trên suốt cả chiều dài so với đường kính của cối.

Độ chính xác chiều dày vách đạt cấp 7÷11.

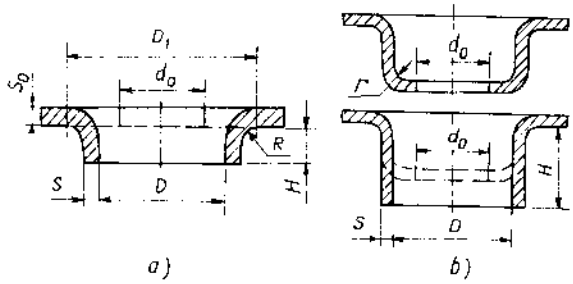
Ép giãn có nung nóng (hình 3-31) được dùng cho các loại hợp kim nhôm, mangan và titan.

Trong trường hợp này sau một lần ép giãn có thể nhận được chiều cao phôi lớn hơn gấp 2 lần so với khi ép giãn nguội.

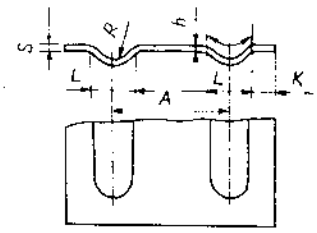
Khi gấp mép lỗ để tạo nên các lỗ có ren sau này hoặc dùng làm các lỗ lắp ghép (hình 3-32) thì chiều cao của phần gấp tạo nên sau một bước là: $H_{max} = \frac{D - d_0}{2} + 0{,}43R$

Ép giãn sơ bộ sẽ có khả năng tạo ra chiều cao mép lớn hơn như hình 3-32b.

Tạo hình nổi trên bề mặt như hình 3-33 làm tăng độ cứng của các bộ phận và giảm chiều dầy.



Hình 3-32. *Sơ đồ tạo mép lỗ trên phôi phẳng (a) và trên phôi đã qua ép giãn sơ bộ (b).*



Hình 3-33. *Các thông số hình học của các bộ phận được chế tạo theo cách tạo hình nổi $R \geq 3S$; $h \leq 2S$; $A \geq 3L$; $K \geq 3S$; $L \geq 7S$.*

Phương pháp dập liên hợp cho phép tăng năng suất tới 3÷15 lần. Công việc đó được thực hiện trên các máy dập vạn năng và nhiều vị trí. Dập liên hợp được dùng trong dạng sản xuất hàng loạt lớn và khối (bảng 3-42).

Bảng 3-40. *Sai lệch(±mm)theo chiều cao của phôi hình trụ có mặt bích*

Chiều dầy S (mm)	Chiều cao phôi, mm						
	Đến 18	>18 - 30	>30 - 50	>50 - 80	>80 - 120	>120-180	>180-260
Đến 1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2
>1 - 2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2	1,4
>2 - 4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,4	1,6
>4 - 6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,2	1,6	1,8

Bảng 3-41. *Sai lệch(±mm)theo chiều cao của phôi hình trụ không có mặt bích*

Chiều dầy S (mm)	Chiều cao phôi, mm						
	Đến 18	>18 - 30	>30 - 50	>50 - 80	>80 - 120	>120- 180	>180- 260
Đến 1	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8
>1 - 2	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0
>2 - 4	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,5
>4 - 6	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0

Bảng 3-42. *Các phương pháp dập liên hợp*

Cấp chính xác	Kích thước chi tiết, mm		
8 ÷ 11	300 ÷ 1000	50 ÷ 200 Phối hợp	Đến 50 Phối hợp đôi khi tuần tự cùng với định cữ
12 ÷ 13	phối hợp	phối hợp hoặc tuần tự	Tuần tự
14 ÷ 15		Tuần tự	

Trong bảng 3-43 chỉ ra các số liệu phỏng chừng khi sử dụng các phương pháp dập trong sản xuất loạt nhỏ.

Các sai lệch kích thước của chi tiết khi dập theo đường biên trên máy dập toạ độ rêvonve, trong đó kể cả máy có điều khiển theo chương trình số (CNC) cho trong các bảng 3-44; 3-45; 3-46.

Các máy dập rêvonve toạ độ cho phép lắp đặt từ 18 ÷ 32 bộ dụng cụ dập (có thể thay đổi được theo từng loại máy, điều đó tạo khả năng giảm tiêu tốn cho việc gá đặt dụng cụ và thời gian định vị phôi. Các máy dập có bộ phận điều khiển chương trình bằng tay.

Trong trường hợp này, việc xác định vị trí trên máy được thực hiện nhờ các thước toạ độ, các dưỡng vạn năng hoặc chuyên dùng. Tất nhiên khi gia công theo các thước toạ độ thì tốn nhiều thời gian.

Các máy dập rêvônve toạ độ có bộ điều khiển theo chương trình gồm có hai hệ thống điều khiển: hệ thống viết chương trình theo chi tiết đã được chế tạo đầu tiên và hệ thống viết chương trình được khởi thảo sơ bộ, trên phiếu đục lỗ hoặc băng đục lỗ.

Dập toàn bộ bằng phương tiện đàn hồi cho phép thực hiện các nguyên công tạo hình và chia nhỏ (hình 3-34). Khi đột hoặc đục lỗ, chiều dầy S của vật liệu thường là 2 mm thì độ chính xác kích thước chi tiết không vượt quá cấp 12. Khi đột lỗ tiêu hao kim loại tăng lên, còn khi uốn

Bảng 3-43. *Các số liệu phỏng chừng khi sử dụng các phương pháp dập trong sản xuất loạt nhỏ/*

Dập	Số lượng sản xuất	
	Nhỏ nhất	lớn nhất
Trên máy dập vạn năng	5÷10	5000÷16.000
Trên máy ép toạ độ Revonve	3÷5	3000÷5000
Trên các máy dập chuyên dùng đơn giản:		
-Có cối đàn hồi	30÷50	2000÷8000
-Có các bộ phận làm việc lắp ghép	300÷600	20000÷500000

Chú thích:

1- Số trước dùng cho cho chi tiết có kích thước lớn và phức tạp, sốsau dùng cho chi tiết nhỏ và đơn giản.

2- Các số liệu cho trong bảng không dùng cho các chi tiết có độ chính xác cao và hình dạng phức tạp, các chi tiết này được chế tạo trên máy chuyên dùng.

Bảng 3-44. *Sai lệch kích thước (mm) hoặc là cấp chính xác các bộ phận của chi tiết được dập trên máy ép rêvonve toạ độ điều khiển chương trình số (CNC).*

Các bộ phận	Chiều dầy phôi S (mm)		
	Đến 0,8	>0,8÷2	>2÷3
Đường viền do cắt	± 0,12	±0,16	±0,2
Lỗ tạo nên do một vài lần dập	±0,16	±0,2	±0,25
Lỗ tạo nên do một lần dập	11	12 - 13	12 - 13
Đường viền tạo nên do một lần dập	12 - 13	12 - 13	14

độ chính xác về kích thước góc cao hơn, tính đàn hồi lại giảm đi. (bảng 3-47; 3-48).

Các kích thước của gờ (mép) cứng khi tạo hình nổi cần lấy theo số liệu ở bảng 3-49, còn khoảng cách từ tâm của gờ cứng không được nhỏ hơn 150.S. Mức độ làm mỏng kim loại tại chỗ gờ cứng đạt 10 - 15% chiều dầy S ban đầu.

Các khuôn dập vạn năng:

Khuôn dập vạn năng - lắp ghép để dập các bộ phận (theo từng phần), các khuôn dập theo nhóm, khuôn dập có phần làm việc đàn hồi, các máy dập rêvonve toạ độ điều khiển chương trình số là những thành phần quan trọng của các quá trình công nghệ sản xuất tự động linh hoạt và tự động.

Quá trình biến dạng có thể làm thay đổi hoặc không làm thay đổi chiều dày của vách.

Trên các máy dập kể trên có thể làm biến dạng các phôi có chiều dầy tới 75 mm cho vật liệu hợp kim nhôm và chiều dầy 38 - 20 mm cho vật liệu thép. Các phôi có thể có dạng là: đĩa, ống, vật đúc, các bộ phận hàn, phôi dập đã qua gia công cơ.

Giãn tròn kim loại được thực hiện khi cán vào bề mặt chi tiết, phương pháp này cho phép tạo nên bề mặt phôi không cần qua gia công cơ sau này.

Hình 3-35 chỉ ra các dạng giãn tròn cơ bản.

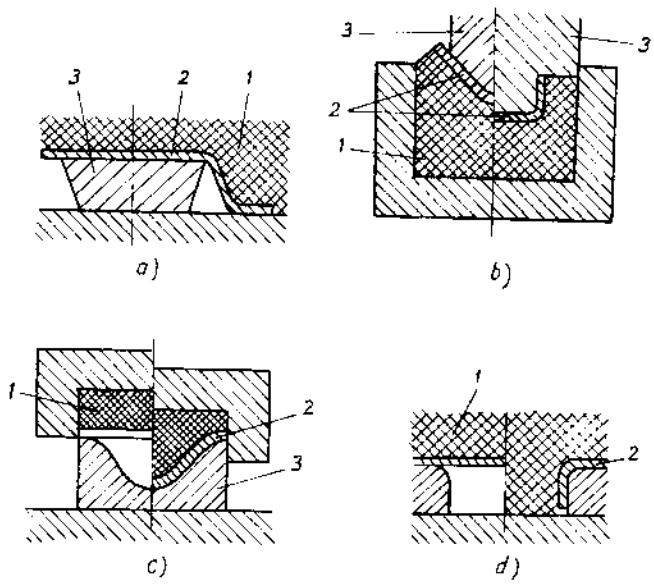
Sơ đồ giãn tròn như hình 3-36 cho ta các chi tiết có dạng hình côn, hình trụ, hình cầu có độ chính xác tương đối cao và độ nhám bề mặt tới $R_a = 2,5 \div 0,15$ µm.

Bảng 3-45. *Sai lệch (mm) khoảng cách tâm lỗ khi đột trên máy dập rêvonve toạ độ, điều khiển bằng tay.*

Phương pháp đột lỗ	Phương pháp kiểm tra phôi	Chiều dầy phôi S, (mm)		
		Đến 0,8	>0,8÷ 2	>2 ÷ 3
Không có đầu Rêvonve quay	Bằng panme quang học	± 0,06	± 0,07	± 0 08
	Theo vòng chia	± 0,1	± 0,11	± 0,12
Có đầu Revonve quay	Bằng panme quang học	± 0,14	± 0,15	± 0,16
	Theo vòng chia	± 0,18	± 0,19	± 0,20

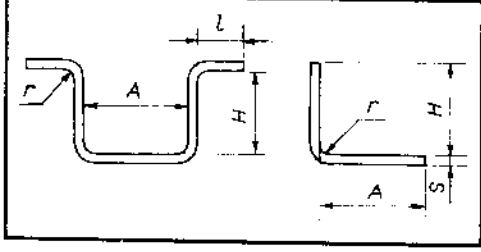
Bảng 3-46. *Sai lệch (mm) về vị trí các lỗ tương quan khi dập theo bạc dẫn hướng.*

Chiều dầy S (mm)	Dập toàn bộ lỗ		Dập từng lỗ	
	Tròn	Không tròn	Tròn	Không tròn
Đến 1	± 0,1	± 0,16	± 0,2	0,25
>1 ÷ 2	± 0,12	± 0,20	± 0,25	0,30
>2 ÷ 4	± 0,16	± 0,25	± 0,30	± 0,40



Hình 3-34. *Sơ đồ nguyên công khi dập nhờ việc sử dụng chất Pôliurêtan:*
a) Chặt, đục;
b)uốn trong khuôn kín và hở;
c)Giãn kim loại;
d)Gấp mép.
1- Chốt Pôliurêtan
2- Chi tiết định hình
3- Dụng cụ định hình chi tiết.

Bảng 3-47. *Dung sai kích thước khi uốn nhờ việc sử dụng chất pôliurêtan*

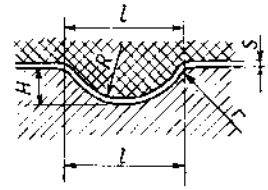


Chiều dầy S (mm)	Kích thước prôphin A	H	l
Đến 1	H7÷H11	H 1÷H13	h12÷h14
>1 ÷ 1,5	H11÷H13	H 1÷H13	h14÷h15
>1,5 ÷ 2	H11÷H13	H13÷H14	h15h16
>2 ÷ 3	H13÷H14	H ÷H15	

Bảng 3-48. *Sai lệch giới hạn của bán kính uốn trên đỉnh góc(mm).*

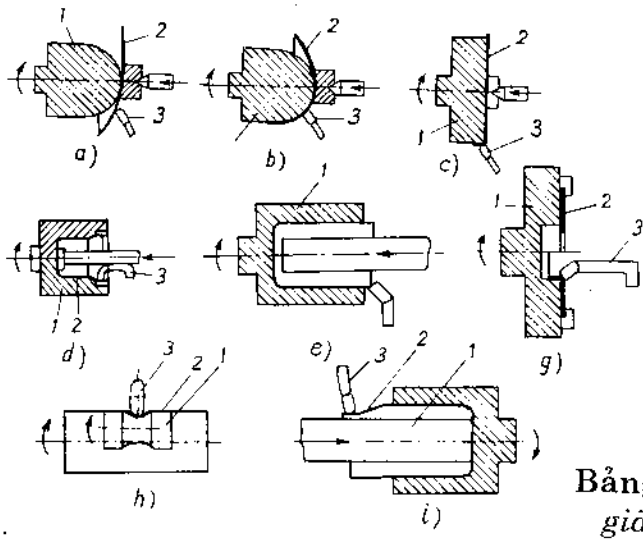
Kích thước bán kính r (mm)	Chiều dầy S (mm)	$\sigma_B \leq 300$ MPa		$\sigma_B \geq 300$ MPa	
		Tỷ số giữa bán kính và chiều dầy: r/S			
		Đến 1,5	>1,5 ÷ 3	>1,5 ÷ 3	>3
>1 ÷ 3	0,5		0,20	0,30	0,30
	1,0	0,50	0,50	0,60	
	2,0	1,00			
	3,0	2,00			
	4,0	4,00			
>3 ÷ 6	0,5				0,40
	1,0		0,50	0,50	0,60
	2,0	0,80	0,90	1,00	
	3,0	1,00	1,10	1,30	
	4,0	1,00			
>6 ÷ 10	0,5				0,60
	1,0				0,70
	2,0		0,60	0,80	1,00
	3,0		0,80	1,50	1,80
	4,0	0,80	1,00	2,00	

Bảng 3-49. *Kích thước của gờ (mép) cứng (mm)*



Vật liệu	σ_{10}, %	r/S	R/H
Hợp kim titan	Đến 9	2,8 - 4	0,5
Hợp kim nhôm		0,8 - 4	1
Thép mềm	> 10	1,5 - 2,8	0,7 - 1
Thép cứng		1,7 - 2,9	0,8

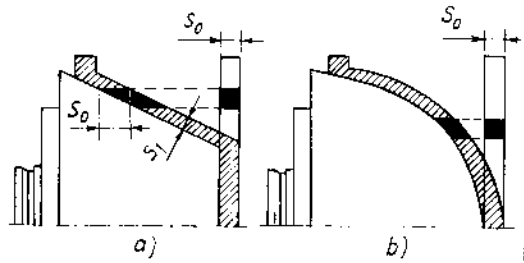
Chú thích: Sai lệch của kích thước gờ cứng:theo chiều cao H ± 0,5mm; theo bán kính r và R ± 1,5 mm; theo chiều dài l ± (3 ÷ 5) mm.



Hình 3-35.
Các dạng giãn tròn chính.
1- Bộ phận đỡ
2- Phôi
3- Dụng cụ

Bảng 3-50. *Dung sai khi giãn tròn các chi tiết (hình 3-36)*

Kích thước	Dung sai, (±)mm
Chiều dầy vách	0,05
Đường kính trong, mm	
Đến 150	0,05
Hơn 150	0,075
Chiều dài	0,12
Sai lệch tâm đường kính ngoài và đường kính trong	0,05



Hình 3-36. *Sơ đồ giãn tròn các chi tiết hình côn (a) và hình phức tạp (b) từ các phôi phẳng.*

Trong dạng sản xuất loạt nhỏ việc giãn tròn được thực hiện trên các máy tiện, còn sản xuất hàng loạt thì sử dụng máy chuyên dùng. Vật liệu của chi tiết được giãn tròn có thể là hợp kim nhôm, hợp kim mangan (có chiều dầy tới 3,5 mm), thép ít cacbon, thép chống gỉ (có chiều dày tới 1,5mm).

Sai lệch kích thước của chi tiết so với chày đạt 0,5 ÷ 0,7 mm, khi chiều dầy tấm 1 ÷ 2 mm và 1 ÷ 2 mm khi chiều dầy tấm 3 ÷ 5 mm.

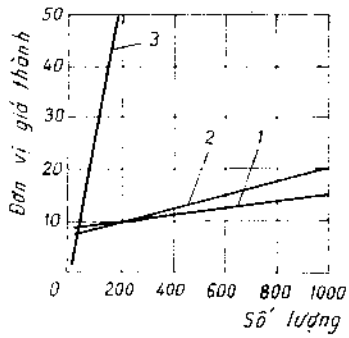
Bảng 3-51 giới thiệu tuổi thọ của khuôn dập dùng cho dập tấm.

Trong giá thành của chi tiết phôi dập tấm thì giá vật liệu chiếm từ 70 ÷ 90% tuỳ theo hình dạng phức tạp và quá trình công nghệ tạo ra chúng. Theo khả năng kinh tế thì việc sử dụng công nghệ dập được xác định trên cơ sở phân tích các thành phần tạo nên giá thành chi tiết kể cả những nguyên công gia công cơ tiếp theo.

Hình 3-37 giới thiệu giá thành chế tạo của ba phương án khác nhau khi chế tạo các vỏ hộp hình trụ có vách mỏng.

Bảng 3-51. *Tuổi thọ trung bình của khuôn dập khi dập tấm (giữa hai lần mài hoặc sửa lại), (nghìn lần dập).*

Loại khuôn	Chiều dầy S (mm)									
	Từ 0,5 ÷ 1		>1 ÷ 2		>2 ÷ 3		> 3 ÷ 4		>4 ÷ 6	
	Vật liệu phần khuôn									
	Y10A	X12Φ1	Y10	X12Φ1	Y10A	X12Φ1	Y10A	X12Φ1	Y10A	X12Φ1
Đột	45-50	55-65	35-40	45-55	30-35	35-40	20-25	25-30	15-20	20-25
Dục	40-50		35-40		30-35		22-25		18-20	
Cắt mép	35-40	45-50	25-30	30-40	20-25	25-30	15-20	20-25	12-15	15-18
Con:										
Không ép	50-60		45-55		30-40		25-35		23-30	
Có ép	40-45		25-30			20-25		15-20		12-15
Giãn	45-50	60-70	35-40	50-60		40-50		25-35		15-20
Tạo hình	40-45	55-65	30-35	45-55		35-45		20-30		12-15
Nắn	25-30	30-40	22-27	27-25	20-25	25-32		20-28		15-20



Hình 3-37. *Giá thành chế tạo hộp có vách mỏnh theo các phương án khác nhau.*
1- Giãn tròn phôi tấm hàn
2- Giãn tròn phôi dập
3- Gia công cơ phôi tấm hàn

Phương án gia công cơ chi tiết từ các phôi tấm hàn có ưu điểm khi số lượng phôi ít.

3. Phôi cán.

Trong ngành chế tạo máy thường dùng các loại phôi cán sau đây:

- Phôi cán thương phẩm dưới dạng thép thỏi, dùng để rèn hoặc dập, tạo nên các phôi của trục lớn, các tay gạt, thanh kéo v... v.

- Phôi cán có prôphin đơn giản, thông thường là tròn, vuông,lục lăng và các thanh hình khác, dùng để chế tạo các trục trơn, trục bậc có đường kính ít thay đổi, vật hình cốc có đường kính tới 50 mm, và ống bạc có đường kính tới 25 mm, các tay gạt, các trục then, các mặt bích.

- Phôi cán định hình phổ thông là các loại thép góc và thép hình I, U được dùng nhiều trong các kết cấu kim loại (xà, dầm, giá đỡ, bệ ...).

- Phôi cán định hình cho từng lĩnh vực riêng, được dùng để chế tạo các loại toa tàu, các máy kéo, máy năng lượng và trong các ngành công nghiệp điện.

- Phôi cán ống - thép ống liền cán nóng, ép nguội dùng để chế tạo các chi tiết ống,bạc, ống then hoa, tang trống, các trục rỗng.

- Phôi có prôphin hình bên trong: tạo nên các sườn không bằng phẳng hoặc tạo ra các hình lòng máng v...v.,được dùng để chế tạo các chi tiết ổ đỡ, mặt bích, các gân cứng vững v...v.

- Các phôi có prôphin ép nóng có hình dạng phức tạp thường

dùng để chế tạo các chi tiết quai, ngàm, các chi tiết định hướng và chi tiết kẹp chặt.

- Phôi cán prôphin theo chu kỳ.

- phôi cán có prôphin theo chiều dọc, dùng để chế tạo các dầm của ô tô, máy xúc v. v; phôi cán xoắn vít ngang dùng để chế tạo các trục động cơ điện, trục chính máy, phôi cán ngang dưới dạng chêm dùng để chế tạo các trục trong hộp số của ô tô, các trục cỡ nhỏ và các chi tiết dạng tròn xoay khác. Trong dạng sản xuất lớn, phôi cán ngang dùng để chế tạo các vành vòng bi, các chi tiết prôphin hình ống.

Cơ tính của thép cán chu kỳ thường cao hơn thép cán phẳng. Sai số kích thước của phôi cán so với phôi thường theo đường kính của prôphin ± 0,1% và theo chiều dài thì không nhỏ hơn ± 0,5%.

Độ chính xác của phôi cán nóng thường đạt cấp 12 ÷ 14, còn cán nguội thì đạt cấp 9 ÷ 12.

Khi dùng phương pháp kéo dây, tuốt thì độ chính xác đạt được cao hơn từ 1 ÷ 2 cấp.

- Kéo hay tuốt thường được dùng trong các phân xưởng chuẩn bị phôi của nhà máy chế tạo máy để nâng cao độ chính xác kích thước của thanh, ống và làm thay đổi kích thước không nhiều. Trong một số trường hợp phương pháp kéo còn được sử dụng để làm thay đổi tiết diện ngang của phôi cán. Thí dụ như từ phôi thanh tròn sau một số lần kéo, chuốt qua khuôn ta có thể nhận được các thanh có tiết diện vuông góc hoặc góc lượn tròn v. v.

Quá trình kéo, chuốt qua khuôn được đặc trưng bởi lượng ép:

$$\delta = \frac{F_0 - F_k}{F_0} 100\%$$

Trong đó F_0 và F_k là diện tích tiết diện ngang của phôi trước và sau khi kéo chuốt.

Thép, đuara, đồng thau $\delta = 67\%$

Thép ít cacbon, nhôm $\delta = 75\%$

Đồng đỏ $\delta = 80\%$

Sự thay đổi kích thước khi chuốt các phôi bằng kim loại và hợp kim mẫu cho trong bảng 3-52.

Phương pháp cán tạo prôphin được dùng hợp lý trong trường hợp sau khi cán không cần phải gia công cơ tiếp theo, điều đó đặc biệt quan trọng khi chế tạo các chi tiết bằng các thép và hợp kim khó gia công, đắt tiền, quý hiếm.

Trong các bảng từ 3-53 đến 3-56 giới thiệu các số liệu về cán có prôphin.

Trên các máy cán, người ta tiến hành cán prôphin răng thẳng, răng chữ V có môđun tới 10 mm. Khi đó đạt được độ chính xác prôphin răng đến cấp 8 và độ nhám bề mặt R_a= 1,25 - 2,5 µm. Cán nguội các bánh răng có môđun nhỏ (dưới 1 mm) bằng kim loại mẫu thì đạt

chính xác 7 và độ nhám bề mặt R_a = 0,16 - 1,25 μm.

Lớp kim loại trên bề mặt răng sẽ cứng nguội và có cấu trúc tinh thể mịn hơn, có độ sâu 0,5 ÷ 0,6 mm, điều đó nâng cao độ bền mới và tính chống mòn của răng.

Bảng 3-52. *Các số liệu đặc trưng của quá trình chuốt, kéo kim loại.*

Giảm đường kính thanh sau một lần kéo (mm)	
Đường kính thanh bằng kim loại mầu	Lượng giảm sau một bước (mm)
Đến 8	0,6
>8 ÷ 14	0,8
>14	1,0

Giảm chiều dầy ống sau một lần chuốt kéo			
Chiều dầy ống S (mm)	Lượng giảm sau một bước cho cả ống (mm)		
	Đồng và nhôm	Đồng thau và duara	
		Qua ủ	Biến cứng
Đến 1	0,2	0,2	0,10
>1 ÷ 1,5	0,3	0,3	0,15
>1,5 ÷ 2	0,4	0,4	0,20
>2 ÷ 3	0,5	0,5	0,25
>3 ÷ 5	0,6 ÷ 0,8	0,6	0,30
>5	0,8 ÷ 1,0	0,8	0,40

Bảng 3-53. *Thép tròn cán nóng.*

Đường kính (mm)	Sai lệch giới hạn theo đường kính khi cắt chính xác (mm)					
	Cao		Nâng cao		Thường	
	+	-	+	-	+	-
5; 5,5; 6; 6,3; 6,5; 7÷9	0,1	0,2	0,2	0,5	0,3	0,5
10 ÷ 19	0,1	0,3	0,2	0,5	0,3	0,5
20 ÷ 25	0,2	0,3	0,2	0,5	0,4	0,5
50; 52 ÷ 58	0,2	0,5	0,2	0,7	0,4	0,7
60; 62; 63; 65; 67; 68; 70; 72; 75; 78	0,2	0,8	0,2	1,0	0,4	1,0
	0,3	0,9	0,3	1,1	0,5	1,1
80; 82; 85; 90; 95	0,3	1,1	0,3	1,3	0,5	1,3
100; 105; 110; 115			0,4	1,7	0,6	1,7
120; 125; 130; 135 140; 150			0,6	2,0	0,8	2,0
160; 170; 180; 190; 200					0,9	2,5
210; 220; 230; 240; 250					1,2	3,0

Chú thích:

1- Thép có đường kính tới 9 mm được cuộn, lớn hơn 9 mm để ở dạng thanh.

2- Độ cong của thanh không vượt quá 0,5%.L . Theo yêu cầu của người đặt hàng thì thanh có thể có độ cong không vượt quá 0,2%.L

3- Độ cong cho phép khi cắt thanh không được vượt quá 3 mm cho các thanh có đường kính dưới 30 mm; 5 mm cho các thanh có đường kính lớn 30 mm.

L - Chiều dài thanh thép (mm).

Bảng 3-54. *Thép vuông cán nóng.*

Kích thước vuông a (mm)	Sai lệch giới hạn cạnh vuông theo độ chính xác cán (mm)					
	Cao		Nâng cao		Thường	
	+	-	+	-	+	-
5 ÷9	0,1	0,2	0,2	0,5	0,3	0,5
10 : 19	0,1	0,3	0,2	0,5	0,3	0,5
20 : 25	0,2	0,3	0,2	0,5	0,4	0,5
26÷48(không kể 43,44,47)	0,2	0,5	0,2	0,7	0,4	0,7
50; 52; 55; 58	0,2	0,8	0,2	1,0	0,4	1,0
60; 63; 65; 70; 75	0,3	0,9	0,3	1,1	0,5	1,1
80; 85; 90; 93;95	0,3	1,1	0,3	1,3	0,5	1,3
100; 105; 110; 115			0,4	1,7	0,6	1,7
120; 125; 130; 135; 140; 145; 150			0,6	2,0	0,8	2,0
160; 170; 180; 190; 200					0,9	2,5

Chú thích:

1- Độ cong của thanh không vượt quá 0,5% L . Theo yêu cầu của người đặt hàng thì thanh có thể có độ cong không vượt quá 0,2% L. Không cho phép độ xoắn dọc tâm của thanh.

2- Vết cắt cho phép không được vượt quá 0,1. a khi a ≤ 30 mm; và 5mm khi a > 30mm .

L - Chiều dài thanh thép (mm). a cạnh hình vuông.

Bảng 3-55. *Thép cán 6 cạnh.*

Đường kính vòng tròn (mm)	Sai lệch giới hạn theo độ chính xác cán (mm)			
	+	-	+	-
8; 9	0,3	0,5	0,1	0,3
10 ÷ 19	0,3	0,5	0,2	0,3
20; 21; 22; 24; 25	0,4	0,5	0,2	0,4
26; 28; 30; 32; 34; 36;38; 40; 42; 45; 48	0,4	0,7	0,2	0,6
50; 52; 55	0,4	1,0	0,2	0,9
60; 63; 65; 70; 75	0,5	1,1	0,3	1,0
80; 85; 90; 95	0,5	1,3	0,4	1,2
100	0,6	1,7	0,5	1,5

Chú thích:

1 -Độ cong cục bộ của thanh 6 cạnh không được vượt quá 5 mm trên 1m chiều dài. Độ cong tổng cộng không được vượt quá tích số của độ cong cục bộ cho phép với toàn bộ chiều dài thanh. Theo hợp đồng thoả thuận thì có thể cung cấp loại thanh có độ cong không vượt quá 2 mm trên 1 m chiều dài.

2 -Không cho phép độ xoắn dọc tâm của thanh.

Các phương pháp cắt đứt các phôi thanh được giới thiệu trong bảng 3-57 và nắn phôi thanh ở bảng 3-58. Thông thường người ta nắn phôi thanh ở trạng thái nguội. Còn nắn thẳng ở trạng thái nóng được dùng khi sai lệch lớn (độ cong lớn) hoặc là khi các thiết bị nắn không đủ công suất yêu cầu. Việc nung nóng để nắn thẳng được thực hiện trong lò hoặc đốt từng chỗ.

Các công thức, số liệu điều chỉnh khi tính toán lực để chọn thiết bị cắt đứt, uốn, nắn thẳng được giới thiệu ở bảng 3-59.

Bảng 3-56. *Thép cán nóng dạng băng.*

Chiều rộng của bang B (mm)	Sai lệch giới hạn theo độ chính xác (mm)			
	Nâng cao		Bình thường	
Từ 11 ÷ 60	+0,3	-0,9	+0,5	-1,0
63 ; 65	+0,3	-1,1	+0,5	-1,3
70 ; 75	+0,3	-1,3	+0,5	-1,4
80 ; 85	+0,5	-1,4	+0,7	-1,6
90; 95	+0,6	-1,8	+0,9	-1,8
100; 105	+0,7	-2,0	+1,0	-2,0
110	+0,8	-2,2	+,0	-2,2
120; 125	+0,9	-2,4	+1,1	-2,4
Từ 130 ÷ 150	+1,0	-2,5	+1,2	-2,8
>150 ÷ 180	+1,2	-2,8	+1,4	-3,2
>180 ÷ 200	+1,4		+1,7	-4,0
Chiều dầy của bang s (mm)	Sai lệch giới hạn của chiều dầy băng theo độ chính xác (mm)			
	Nâng cao		Bình thường	
Từ 4 ÷ 6	+0,2	-0,3	+0,2	-0,5
>6 ÷ 16	+0,2	-0,4	+0,2	-0,5
>16 ÷ 25	+0,2	-0,6	+0,2	-0,8
>25 ÷ 32	+0,2	-0,7	+0,2	-1,2
36; 40	+0,2	-1,0	+0,2	-1,6
45; 50	+0,2	-1,5	+0,3	-2,0
>50 60	+0,2	-1,7	+0,3	-2,4

Chú thích: 1. Vát cùn các góc của thanh(dẹt) không được vượt quá 0,2.S, nhưng không lớn hơn 3 mm.

2. Theo dạng lưỡi liềm, các băng được chế tạo theo hai cấp:

Cấp 1: độ cong lưỡi liềm của các băng là 0,2%.L.

Cấp 2: độ cong lưỡi liềm của các băng là 0,5%.L.

Theo sự thoả thuận giữa nhà chế tạo và người tiêu dùng cho phép chế tạo các dạng băng có độ cong lưỡi liềm đến 0,8% trên bất kỳ chiều dài được đo.

Bảng 3-57. *Các phương pháp cắt đứt phôi cán*

Công nghệ và thiết bị	Độ chính xác cắt (mm)	Phạm vi sử dụng
Cắt khí axêtylen-ôxy	Khi cắt tay từ ± 4 đến ± 110 Khi cắt máy từ ± 1 đến ± 2	Dùng để cắt các phôi có hình dạng khác nhau khi cán dạng tấm có chiều dầy S ≤ 200mm
ôxy		Cắt các phôi có hình dạng khác nhau khi cán dạng tấm có chiều dầy S ≤ 100mm, cán định hình, ống (đường kính ngoài 150-300mm) có chiều dầy vách S ≤ 16mm
ôxy-thuốc hàn		Cắt các phôi cán từ thép crôm-niken và thép không gỉ (chiều dầy S ≤ 450mm), gang,kim loại mầu và hợp kim.
Ngọn lửa	Từ ± 1 đến ± 6	Cắt các phôi cán có chiều dầy S ≤ 100mm từ thép ít cacbon, thép hợp kim và kim loại mầu.
Cắt trên máy cắt đứt: máy cắt ép có lưỡi cắt thẳng và lưỡi cắt định hình		Cắt các phôi đúc và cán bẹt có chiều dầy S ≤ 25mm, cán tròn và cán vuông có đường kính tới 200mm và thép cán góc.

(tiếp bảng 3-57).

Công nghệ và thiết bị	Độ chính xác cắt (mm)	Phạm vi sử dụng
Máy cắt tôn tấm	Từ ± 0,25 đến ± 3	Cắt các phôi cán dạng tấm và dạng thanh dẹt có chiều dầy S ≤ 20mm và chiều rộng B ≤ 1500mm
Máy cắt đĩa có trục tâm song song	Từ ± 0,25 đến ±0,6	Cắt các tấm cán có chiều dầy S ≤ 20mm, bề rộng B ≤ 300mm
Máy cắt đĩa có trục tâm nghiêng	Từ ± 0,4 đến ± 1	Cắt các tấm cán có chiều dầy S ≤ 6 ÷ 8mm tạo nên các phôi có đường viền dạng cong khác nhau. Bán kính cong nhỏ nhất đạt được 0,4 ÷ 0,7mm đường kính đao đĩa.
Máy nhiều dao đĩa có trục tâm song song	Tới ± 0,25	Đồng thời cắt các tấm rộng (tới B ≤ 1500mm) ra các phần và các tấm ra các băng. Chiều dầy cán S ≤ 0,5 ÷ 4mm
Máy cắt rung	Từ ± 0,25 đến ±0,6	Cắt các tấm cán để tạo ra các phôi có bán kính cong bé (R< 12mm) và tạo ra các lỗ không cần khoan trước (chiều dầy cán S ≤ 3mm).
Máy cắt góc	Từ ± 0,6 đến ± 1,3	Cắt các thép cán góc có kích thước tới 200x200x25mm
Máy cắt prôphin	Từ ± 0,6 đến ± 1,9	Cắt các dầm thép và các ngõng trục
Cắt trên máy ép cơ khí và thuỷ lực	Từ ± 2 đến ± 4	Cắt các phôi dập đường kính D ≤ 30mm.
Cắt trên máy cưa và máy cắt dùng dao:		
-Cưa đĩa - Cưa dai	Từ ± 0,4 đến ± 3 Từ ± 1,5 đến ± 5	Cắt các thanh tròn có tiết diện lớn Cắt thanh có prôphin bất kỳ bằng thép và kim loại mầu có đường kính D ≤ 250mm, chiều rộng cắt 0,8 ÷ 1,3mm
-Dao truyền dẫn -Dao cắt ma sát	Từ ± 2 đến ± 4,5 Từ ± 1,6 đến ± 5	Cắt các thanh tròn và định hình (prôphin) có đường kính D ≤ 300mm, chiều rộng cắt 1 ÷ 3,5mm
Cắt trên máy cắt và các thiết bị khác		
Máy phay cắt đứt	Từ ± 2,5 đến ± 4,5	Cắt các thanh tròn và định hình (prôphin) có đường kính D < 500mm trên máy vạn năng và D < 800mm trên máy chuyên dùng
Máy tiện cắt đứt	Từ 0,3 đến 0,8	Cắt các thanh và các ống đường kính D< 80mm
Máy phay ngang	Từ 0,4 đến 0,7	Cắt các thanh có đường kính D < 60mm
Cắt bằng lạt mài	Từ 0,3 đến 0,7	Cắt các thanh có độ cứng cao. Dùng đá mài đường kính D< 30 ÷ 500mm, chiều dầy S < 0,5 ÷ 4mm và đá kim cương đường kính 50 ÷ 320mm, chiều dầy S < 0,15 ÷ 2mm

(tiếp bảng 3-57)

Công nghệ và thiết bị	Độ chính xác cắt	Phạm vi sử dụng
Dùng các thiết bị cực dương-cơ khí	Từ ± 0,15 đến ± 0,3	Cắt các thanh có độ cứng cao, đường kính 200 ÷ 250mm. Lúc này ta thay vào vị trí của đá một băng thép có chiều dầy S =1÷ 2mm, rộng b=15÷20mm hoặc dây thép có đường kính 2÷2,5mm, có thể thực hiện việc cắt bỏ các đường viền quanh phôi.
Cắt bằng siêu âm	Từ ± 0,1 đến ± 0,5	Cắt các vật liệu cứng và dòn (gốm, sứ, thuỷ tinh, silic, kim cương v...v.)
Cắt bằng điện ăn mòn	Thô : Từ ± 0,5 đến ± 2 Tinh Từ ±0,03 đến ± 0,2	Cắt các thanh tròn và ống bằng thép và hợp kim cứng. Khi dùng các dây đồng đường kính 0,05 ÷ 0,3mm có thể thực hiện cắt theo các hình biên dạng khác nhau.
Cắt bằng chùm tia điện tử	Từ ±0,01 đến ± 0,05	Cắt các phôi nhỏ bằng kim loại, bán dẫn và vật liệu cách điện. Có thể thực hiện cắt theo các hình biên dạng và cắt các khe rãnh
Cắt bằng tia Lade	Từ ±0,001đến± 0,05	Cắt các phôi không lớn bằng vật liệu bất kỳ. Có thể thực hiện cắt theo các hình biên dạng và cắt cách khe rãnh

Bảng 3-58.*Nắn thẳng phôi cán.*

Công nghệ và thiết bị	Sai lệch khi nắn thẳng(mm) trên 1m chiều dài	Phạm vi ứng dụng
1	2	3
Máy cán lăn nắn phẳng tấm	Từ ±1 ÷ ± 2	Các tấm cán từ 10 x3000mm đến 40 x 3000mm.
Nắn thẳng thép góc	Tới ±1	Thép cán góc
Máy ép: - Uốn ngang - Uốn đứng	 Tới ±1 Tới ±1	Các dầm và các thanh thép chữ U
Máy ép trục vít	Độ cong cục bộ tới ±0,15	Thanh và phôi có đường kính D<30mm
Máy ép khí nén		Thanh và phôi có đường kính D<50mm
Máy ép trục khuỷu,ma sát và máy ép thanh răng		Thanh và phôi có đường kính D<100mm
Máy ép thuỷ lực		Thanh và phôi có đường kính D≥150mm
Máy kéo nắn Dùng con lăn nắn	Từ ±0,5 ÷ ± 1	Các tấm có chiều dầy S ≤ 0,6mm và các dây mềm và mảnh. Các thanh và phôi có đường kính <200mm
Dùng trục nắn đặt xiên	Từ ±0,5 ÷ ± 0,8	Thanh và phôi có đường kính D<100mm
Máy nắn và cắt đứt	Từ ±0,5 ÷ ± 0,7	Nắn và cắt các phôi tròn, 6 cạnh, vuông có kích thước a < 16mm. Vật nắn được sắp xếp thành bó. Chiều dài phôi 0,16 ÷ 9 m

(Tiếp bảng 3-58)

1	2	3
Máy nắn thẳng - sửa dúng.	Không gia công đạt ±0,5 ÷ ± 1; tiện bóc vỏ đạt ±0,05 ÷ ± 0,2. Độ chính xác sửa dúng theo đường kính 0,03÷ 0,05 mm. Để nhận được bề mặt có độ nhám thấp cần đánh bóng	Nắn và sửa đúng các thanh có đường kính 5÷100 mm. Chiều dài vật gia công 2÷7 mét
Nắn trên máy cắn ren (cắn trên hai bàn cắn phẳng)	Từ 0,05÷ 0,1	Nắn thẳng các phôi trụ và các thanh ngắn (trục, trục ác v. v.)
Nắn tay.Trên các phiến phẳng và đập bằng búa hoặc máy búa	Từ 2 ÷ 3	Nắn các thanh cắn và các phôi có đường kính nhỏ trong dạng sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ
Trên các đồ gá kẹp chặt nhờ tay đòn hoặc là kích	Từ 0,10 ÷ 0,25	Nắn các thanh dùng cho các chi tiết biên tay gạt v... v.
Axêtylen - ôxy	Phẳng từng bộ phận-tới 0,5; độ cong vênh của trục đạt 0,4÷0,6mm	Nắn thẳng các tấm, các thanh cắn định hình, các kết cấu hàn.
Chú thích:Các máy tự động cắt định hình, các máy tự động dùng để cuốn lò xo, các máy tự động hàn nối có đầu ra bán dẫn và các máy liên hợp khác đều có bộ phận nắn thẳng ở dạng các cơ cấu con lăn, bảo đảm nắn thẳng theo nguyên tắc uốn nhiều phía có độ chính xác nắn tới 0,5 mm trên chiều dài 1 m.		

Bảng 3-59. *Các công thức để tính lực khi chọn thiết bị.*

Công nghệ và thiết bị	Công thức để tính toán lực (N)
Cắt trên máy cắt kéo có dao song song	$P = (1,2 \div 1,4)\, LS\sigma_B$
Trên máy cắt tấm (tôn)	$P = 0,6S^2 \cot g\varphi \sigma_B$ khi $\varphi < 5^0$
Nắn trên máy cắt đĩa	$P = 5S^2 \cot g\alpha \sigma_B$
Nắn trên máy ép	$P = 0,08 \frac{d^3}{l} \sigma_T$
Uốn theo cung cong hoặc theo một góc kể cả độ lún trên máy ép ngang.	$P = \left[1,1 \frac{t^2}{l} B + (1,5 + 0,15 \frac{\sqrt{F}}{l}) F \right] \sigma_B$
Uốn theo hai góc kể cả độ lún trên máy lốc nằm ngang.	$P \left[0,7 \frac{t^2}{r+t} B + (1,5 + 0,15 \frac{\sqrt{F}}{l}) F \right] \sigma_B$
Chú thích: L - Chiều dài cắt, mm; S - Chiều dầy của thép cắn, mm; σ_B - Giới hạn bền; φ - Góc hướng dao; α - Góc kẹp của các dao đĩa; σ_T- Giới hạn chảy của vật liệu; d - Đường kính phôi, mm; l - Khoảng cách giữa các ổ đỡ hoặc khối V, mm; B - Chiều rộng của phôi, mm; t - Chiều dầy của phôi, mm; r - Bán kính trong của phôi uốn, mm; F - Diện tích tiết diện uốn theo hướng thẳng góc với chuyển động của chày uốn, mm^2.	

II. Xác định lượng dư gia công.

1. Khái niệm về lượng dư gia công

- Lượng dư gia công cơ khí là lớp kim loại được cắt gọt thành phoi trong quá trình gia công cơ khí.

- Lượng dư gia công trung gian là lớp kim loại được cắt gọt thành phoi ở mỗi bước hoặc mỗi nguyên công công nghệ (Z_i).

- Lượng dư gia công tổng cộng là toàn bộ lớp kim loại được cắt gọt thành phoi trong quá trình gia công qua tất cả các bước hoặc nguyên công công nghệ (Z_0).

- Lượng dư đối xứng là lớp kim loại được cắt gọt khi gia công các bề mặt tròn xoay ngoài hoặc trong.

Lượng dư gia công trung gian được xác định bằng hiệu số kích thước do bước (hay nguyên công) đang thực hiện tạo nên với kích thước do bước (hay nguyên công) sát trước để lại.

Lượng dư gia công tổng cộng được xác định bằng hiệu số kích thước của phôi thô và chi tiết hoàn chỉnh.

- Đối với mặt ngoài: $Z_0 = K_{Ph} - K_{cht}$.
- Đối với mặt trong: $Z_0 = K_{cht} - K_{Ph}$

K_{Ph} - Kích thước của phôi thô; K_{cht} - Kích thước chi tiết hoàn chỉnh.

Lượng dư đối xứng được xác định bằng hiệu số kích thước đường kính bề mặt gia công ở bước nguyên công sát trước và bước công nghệ đang thực hiện.

Đối với mặt tròn xoay ngoài: $Z_i = \frac{d_a - d_b}{2}$ tức là: $2Z_i = d_a - d_b$.

Đối với mặt tròn xoay trong: $Z_i = \frac{d_b - d_a}{2}$ tức là: $2Z_i = d_b - d_a$.

Trong đó: d_a-Kích thước do bước công nghệ sát trước để lại.

d_b-Kích thước do bước công nghệ đang thực hiện tạo nên.

Nhờ vậy lượng dư gia công tổng cộng sẽ bằng tổng giá trị của các lượng dư gia công trung gian ở tất cả các bước công nghệ hoặc nguyên công của quá trình công nghệ, nghĩa là:

$$Z_0 = \sum_{i=1}^{n} Z_i = d_{Ph} - d_{cht}.$$

n - Số bước hoặc số nguyên công công nghệ cần thiết để gia công bề mặt

Lượng dư gia công tổng cộng tính cho các bề mặt đối xứng sẽ là.

- Đối với mặt ngoài: $2Z_0 = 2\sum_{i=1}^{n} Z_i = d_{Ph} - d_{cht}$.

- Đối với mặt trong: $2Z_0 = 2\sum_{i=1}^{n} Z_i = d_{cht} - d_{Ph}$.

Trong đó: d_{Ph} - Kích thước đường kính phôi.

d_{cht} - Kích thước đường kính chi tiết hoàn thiện.

Trong công nghệ chế tạo máy, người ta thường áp dụng hai phương pháp sau đây để xác định lượng dư gia công:

- Phương pháp thống kê kinh nghiệm.
- Phương pháp tính toán phân tích.

+ Phương pháp thống kê kinh nghiệm được dùng rất phổ biến trong thực tế sản xuất. Ở đây lượng dư gia công được xác định bằng tổng giá trị lượng dư các bước gia công theo kinh nghiệm. Giá trị lượng dư theo kinh nghiệm thường được tổng hợp thành bảng trong các sổ tay thiết kế công nghệ. Nhược điểm cơ bản của phương pháp này là không xét đến những điều kiện gia công cụ thể nên giá trị lượng dư thường lớn hơn giá trị cần thiết.

+ Phương pháp tính toán phân tích dựa trên cơ sở phân tích các yếu tố tạo ra lớp kim loại cần phải cắt gọt để có một chi tiết máy hoàn chỉnh, do giáo sư Kôvan đề xuất.

Phương pháp này tính lượng dư cho hai trường hợp:

* Tự động đạt kích thước-là phương pháp mà trong đó dụng cụ cắt được điều chỉnh sẵn trên máy, phôi được xác định vị trí nhờ đồ gá.

* Đạt được kích thước trên từng chi tiết gia công- khi đó từng phôi được rà gá trên máy.

Sử dụng phương pháp tính toán phân tích sẽ giảm được lượng tiêu tốn kim loại, xác định lượng dư gia công và kích thước gia công cho từng bước (nguyên công) công nghệ tạo khả năng nâng cao trình độ công nghệ trong sản xuất.

Lượng dư lớn nhất, danh nghĩa và nhỏ nhất dùng cho phương pháp tự động đạt kích thước được tính theo các công thức sau:

*Lượng dư nhỏ nhất:

- Khi gia công bề mặt không đối xứng (một phía):

$$Z_{imin} = (R_z+h)_{i-1} + \Delta\Sigma_{i-1} + \varepsilon_i \qquad (3\text{-}1)$$

- Khi gia công bề mặt đối xứng (hai phía):

$$2Z_{imin} = 2\left[(R_z+h)_{i-1} + \sqrt{\Delta^2_{\Sigma_{i-1}} + \varepsilon_i}\right]$$

- Khi gia công bề mặt ngoài và trong (hai phía):

$$2Z_{imin} = 2\left[(R_z+h)_{i-1} + \sqrt{\Delta^2_{\Sigma_{i-1}} + \varepsilon_i^2}\right] \qquad (3\text{-}2)$$

Ở đây: R_{Zi-1} - chiều cao nhấp nhô tế vi do bước công nghệ sát trước để lại; h_{i-1} - chiều sâu lớp hư hỏng bề mặt do bước công nghệ sát trước để lại;

$\Delta\Sigma_{i-1}$ - tổng sai lệch về vị trí không gian do bước công nghệ sát trước để lại (độ cong vênh, độ lệch tâm, độ không song song v...v.).

ε_i - sai số gá đặt chi tiết ở bước công nghệ đang thực hiện.

* Lượng dư danh nghĩa:

- Gia công bề mặt ngoài:

$$Z_i = Z_{imin} + ei_{i-1} - ei_i \quad (3\text{-}3)$$

$$2Z_i = 2Z_{imin} + ei_{Di-1} - ei_{Di} \quad (3\text{-}4)$$

- Gia công bề mặt trong:

$$Z_i = Z_{imin} + ES_{i-1} - ES_i \quad (3\text{-}5)$$

$$2Z_i = 2Z_{imin} + ES_{Di-1} - ES_{Di} \quad (3\text{-}6)$$

Trong đó: ei_{i-1}, ei_{Di-1}, , ei_i và ei_{Di} - sai lệch dưới của kích thước của bước công nghệ sát trước và bước công nghệ đang thực hiện.

ES_{i-1}, ES_{Di-1}, ES_i, ES_{Di}Các sai lệch này lấy theo đường kính.

Giá trị lượng dư danh nghĩa được dùng để xác định các kích thước danh nghĩa của các yếu tố tạo hinhf của các trang bị công nghệ (khuôn dập,khuôn ép, mẫu đúc, đồ gá.)

* Lượng dư lớn nhất

- Gia công mặt ngoài:

$$Z_{imax} = Z_{imin} + TD_{i-1} - TD_i \quad (3\text{-}7)$$

$$2Z_{imax} = 2Z_{imin} + TD_{i-1} - TD_i \quad (3\text{-}8)$$

- Gia công mặt trong:

$$Z_{imax} = Z_{imin} + Td_{i-1} - Td_i \quad (3\text{-}9)$$

$$2Z_{imax} = 2Z_{imin} + Td_{i-1} - Td_i \quad (3\text{-}10)$$

Ở đây: Td_{i-1} và TD_{i-1} - Dung sai kích thước bước sát trước, còn

Td_i và TD_i - Dung sai kích thước của bước đang hoàn thành.

Lượng dư lớn nhất và lượng dư ở các kích thước công nghệ (góc nghiêng, có rìa mépv . v.) được coi là chiều sâu cắtvà dùng để xác định chế độ cắt (lượng chạy dao, tốc độ cắt) và chọn thiết bị theo công suất.

Lượng dư nhỏ nhất khi gia công theo phương pháp đạt được kích thước trên từng chi tiết gia công (đơn lẻ) được tính toán theo công thức (3-1); (3-2) bằng cách thay vào đó khi tính toán sai số gá đặt ε_i bằng sai số rà gá ε_B. Lượng dư danh nghĩa và lượng dư lớn nhất được tính theo công thức (3-3) đến (3-10)

2. Các công thức tính toán lượng dư gia công.

a - Lượng dư nhỏ nhất được tính theo công thức (3-1) hoặc (3-2) bằng cách sử dụng các bảng (xem ở phần sau) cho mỗi một bề mặt gia công. Trong các bảng tính toán người ta chỉ ra các kích thước của các bề mặt gia công và trình tự các bước công nghệ phải thực hiện khi gia công; cho mỗi một bước công nghệ, người ta ghi các giá trị của R_z, h, $\Delta\Sigma$, ε , T.

b - Dung sai và các thông số chất lượng bề mặt cho bước công nghệ cuối cùng (R_z và h) phải đạt được theo yêu cầu của bản vẽ chi tiết. Kiểm tra khả năng đạt chất lượng của công nghệ gia công theo tiêu chuẩn đã quy định.

c - Đối với gang xám, gang dẻo (rèn), cũng như các hợp kim và kim loại mầu, sau bước công nghệ đầu tiên và đối với thép saukhi gia công nhiệt luyện, khi tính lượng dư, đại lượng h (lớp hư hỏng bề mặt) không có trong công thức.

Tuỳ theo từng trường hợp cụ thể, các đại lượng trên (h) trong công thức tính lượng dư sẽ tồn tại hay không.

Ví dụ như có những sai lệch không thể khắc phục được ở bước công nghệ đang thực hiện, như doa trên đầu doa tự lựa hoặc chuốt lỗ thì không thể khắc phục được độ sai lệch tâm lỗ. Khi đó lượng dư nhỏ nhất sẽ là: $2Z_{imin} = 2(R_{Zi-1} + h_{i-1} + \varepsilon_i)$

Khi mài các bề mặt phôi sau khi nhiệt luyện, lớp kim loại bề mặt cần được giữ lại, do đó đại lượng h_{i-1} cần được loại bỏ khỏi công thức tính

$$Z_{imin} = (R_{Zi-1} + \Delta\Sigma_{i-1} + \varepsilon_i).$$

Khi nghiền hoặc đánh bóng, ta chỉ cần làm giảm các thông số nhấp nhô tế vi nên lượng dư gia công được xác định bằng chiều cao nhấp nhô tế vi và các sai số liên quan đến việc điều chỉnh dụng cụ cắt và độ mòn của chúng không được vượt quá 1/2 dung sai của bước đang thực hiện. $2Z_{imin} = 2R_{Zi-1} + 0{,}5T_i$.

d - Sai lệch vị trí không gian $\Delta\Sigma$ cần phải tính: cho phôi (sau bước công nghệ đầu tiên); sau khi gia công thô và bán tinh bằng dụng cụ cắt có lưỡi (các bước công nghệ tiếp); sau khi nhiệt luyện kể cả biến dạng không xảy ra.

Theo quy luật giảm sai lệch không gian của bề mặt khi gia công sau một số bước, ở giai đoạn gia công tinh và làm bóng sai lệch này có thể bỏ qua.

e - Khi xác định lượng dư, cần phải tính các sai lệch về vị trí không gian, các sai lệch này không liên quan đến dung sai kích thước của bề mặt và có giá trị độc lập. Ví dụ như sai lệch về vị trí không gian của bề mặt phôi dập là do xê dịch của nửa khôn trên với nửa khuôn dưới.Thông thường mặt phân khuôn được chọn theo các yếu tố của bề mặt (hình 3-38a và b), cho phép gây ra xê dịch khuôn và xác định được trị số của chúng. Trong trường hợp xê dịch giữa nửa khuôn trên và nửa khuôn dưới liên quan đến dung sai kích thước, thì trị số đó được đưa vào giới hạn dung sai kích thước hoặc đôi khi cho chính xác cao hơn. Nếu mặt phân khuôn lấy theo mặt tiếp xúc của hai bề mặt thành phần, được đặc trưng bởi các đường kính D và d thì trong trường hợp này xê dịch khuôn sẽ không liên quan đến dung sai kích thước D cũng như d mà có giá trị độc lập. Để bù lại sai lệch đã cho cần phải dự kiến trước lượng dư bổ sung cho kích thước d vì kích thước D là chuẩn (được tạo nên bởi nửa khuôn dưới cố định).

g - Người ta chia độ cong ra thành độ cong tổng hợp và độ cong cục bộ, giá trị của chúng được xác định từ thông số tương quan về hình học của chi tiết. Như khi ta gá trên mũi tâm thì độ cong tổng cộng (hình 3-39a) là $\Delta\Sigma_k = \Delta_k.L$ (3-11)

Độ cong cục bộ

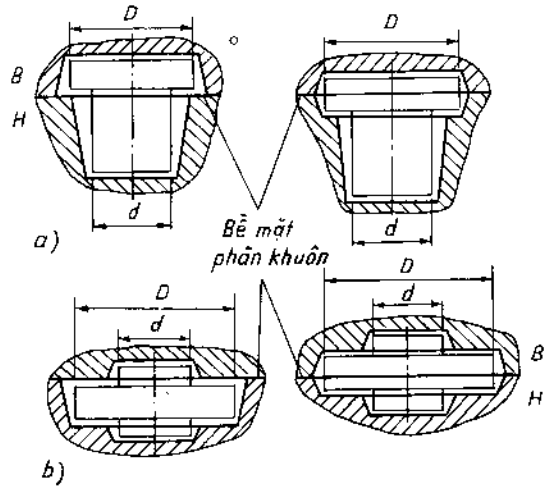
$$\Delta_{\Sigma kM} = \frac{\Delta_k\left(l^2 - l_x^2\right)}{l\left(1 + 4\Delta_k^2\right)} \qquad \text{(chính xác)}$$

hoặc tính gần đúng: $\Delta_{\Sigma kM} = (l - l_x).\ \Delta_k$.

Khi kẹp chặt côngxôn (hình 3-39b) thì sai lệch tổng cộng là:

$$\Delta_{\Sigma k} = l\frac{\Delta_k}{\Delta_k^2 + 0{,}25} \qquad \text{(chính xác)} \qquad (3\text{-}12).$$

hoặc tính gần đúng: $\Delta_{\Sigma k} = 2\Delta_k.l\cos[\ \text{arctg}(2\Delta_k)]$ (3-13).



Hình 3-38.*Các ví dụ về ý nghĩa các bề mặt phân khuôn.*

Ở đây: Δ_k - độ cong của đường tâm chi tiết μm/m

(cho trong các sổ tay về vật liệu)

Sau mỗi bước công nghệ thì sai lệch về không gian là độ cong được tính theo công thức chính xác hoặc tính gần đúng.

h - giá trị tổng cộng của hai sai lệch không gian được xác định bằng tổng vectơ:

$$\overline{\Delta}_\Sigma = \overline{\Delta_1} + \overline{\Delta_2}$$

Khi hai vectơ cùng chiều thì:

$$\Delta\Sigma = \Delta_1 + \Delta_2$$

Khi ngược chiều thì:

$$\Delta\Sigma = \Delta_1 - \Delta_2$$

Trong trường hợp hướng của hai vectơ khó xác định thì ta lấy gần đúng:

$$\Delta_\Sigma = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2} \qquad (3\text{-}14)$$

Như vậy sai lệch không gian tổng cộng khi gia công các thanh cán tròn (các trục) trên mũi tâm thì:

$$\Delta_\Sigma = \sqrt{\Delta_{\Sigma_k}^2 + \Delta_{lt}^2} \qquad (3\text{-}15)$$

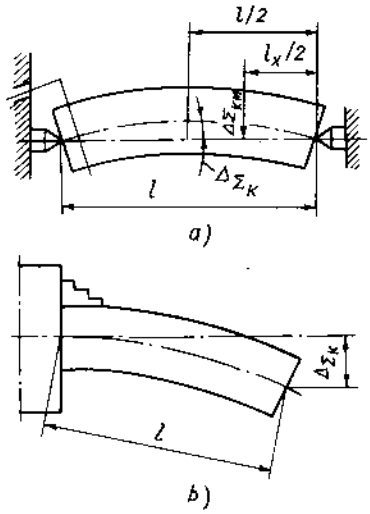
Trong đó: Δ_Σ - sai lệch không gian tổng cộng (xem công thức 3-11 và 3-12); Δ_{lt} - độ lệch tâm do khoan lỗ tâm.

$$\Delta_{lt} = 0{,}25\sqrt{T^2 + 1} \qquad (3\text{-}16)$$

Khi T > 1 thì $\Delta_{lt} = 0{,}25T$

Trong đó: T - là dung sai đ]ờng kính của phôi, được làm chuẩn khi khoan tâm (mm). Sai lệch không gian tổng cộng khi gia công lỗ trên chi tiết đúc trong trường hợp định vị vào mặt phẳng như ở hình 3-40a hoặc ngược lại định vị vào lỗ để gia công mặt phẳng như hình 3-40b được tính theo: $\Delta_\Sigma = \sqrt{\Delta_{cv}^2 + \Delta_{dk}^2}$; (3-17)

Trong đó: $\Delta_{cv} = \Delta_k.L$ - sai lệch cong vênh; Δ_{dk} - xê dịch khuôn theo phương đứng hoặc ngang; L - chiều dài chi tiết đúc.



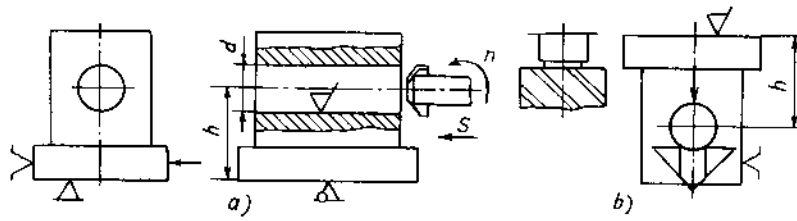
Hình 3-39.
Độ cong tổng cộng (chung) và độ cong cục bộ của phôi
a) Khi gá đặt trên mũi tâm
b) Khi kẹp chặt một đầu (công sôn)

Xê dịch khuôn Δ_{dk} khi gia công lỗ (hoặc mặt bên trong) thì lấy bằng dung sai của kích thước lớn nhất của chi tiết đúc kể từ tâm lỗ (hoặc mặt bên trong) tới chuẩn công nghệ gia công.

Sai lệch tổng cộng sau khi khoan lỗ:

$$\Delta_\Sigma = \sqrt{(\Delta_y l)^2 + C_0^2} \qquad (3\text{-}18)$$

Trong đó: C_0-xê dịch đường tâm lỗ; Δ_y-độ lệch tâm của mũi khoan; l-chiều dài của lỗ khoan, (mm);i-lượng dư tính toán cho tất cả các bước được ghi vào bảng tính toán đặt ở cuối chương.



Hình3-40. *Sơ đồ xác định sai lệch không gian khi gia công lỗ trên chi tiết đúc*

Định vị vào mặt đáy (hình a);

Khi định vị vào lỗ để gia công mặt đáy (hình b).

3. Trình tự xác định các kích thước trung gian theo các bước công nghệ và kích thước phôi.

1) Các công thức tính toán để xác định các kích thước

- Cho bề mặt ngoài:

$$\left.\begin{aligned} a_{min\,i-1} &= a_{mini} + z_{mini} \\ a_{maxi-1} &= a_{min\,i-1} + T_{i-1} \end{aligned}\right\} \qquad (3\text{-}19)$$

$$\left.\begin{aligned} D_{mini-1} &= D_{mini} + 2z_{mini} \\ D_{maxi-1} &= D_{mini-1} + T_{Di-1} \end{aligned}\right\} \qquad (3\text{-}20)$$

- Cho bề mặt trong:

$$\left.\begin{aligned} a_{maxi-1} &= a_{maxi} - z_{mini} \\ a_{min\,i-1} &= a_{maxi-1} - T_{i-1} \end{aligned}\right\} \qquad (3\text{-}21)$$

$$\left.\begin{aligned} D_{maxi-1} &= D_{maxi} - 2z_{mini} \\ D_{min-1} &= D_{maxi-1} - T_{Di-1} \end{aligned}\right\} \qquad (3\text{-}22)$$

Ở đây: z_{mini} - lượng dư (tính toán)nhỏ nhất theo một phía của bước công nghệ đang thực hiện

$2z_{mini}$ - lượng dư (tính toán)nhỏ nhất theo hai phía hoặc theo đường kính.

$a_{min\,i-1}$; D_{mini-1}; a_{maxi-1} và D_{maxi-1} - kích thước nhỏ nhất và lớn nhất do bước công nghệ sát trước tạo nên.

a_{mini}; D_{mini}; a_{maxi}; D_{maxi} - kích thước nhỏ nhất và lớn nhất do bước công nghệ đang thực hiện tạo nên.

2) Lần lượt xác định các kích thước cho từng bề mặt.

Từ bản vẽ chi tiết ta chọn ra và ghi vào bảng tính toán (xem bảng ở các ví dụ phần cuối chương) cho bước công nghệ cuối cùng, kích thước nhỏ nhất cho mặt ngoài (hoặc kích thước lớn nhất cho mặt trong). Đối với các công nghệ gia công mặt ngoài thì kích thước nhỏ nhất được tính toán bằng cách lấy kích thước nhỏ nhất trên bản vẽ cộng với lượng dư Z_{min}. Khi gia công mặt trong thì kích thước lớn nhất là kích thước tính toán.Kích thước cho bước công nghệ sát trước được xác định bằng cách tính lượng dư Z_{min}.

Kích thước nhỏ nhất (hoặc lớn nhất) của tất cả các bước công nghệ được quy tròn bằng cách tăng lên (hoặc giảm đi) giá trị tính toán tương ứng theo hằng số có nghĩa của dung sai ở từng bước công nghệ.

Kích thước giới hạn lớn nhất (nhỏ nhất) được xác định bằng cách cộng dung sai vào kích thước nhỏ nhất vừa được quy tròn (hoặc kích thước lớn nhất vừa được quy tròn).

Trị số lượng dư Z_{imax} là hiệu số giữa các kích thước lớn nhất (hoặc nhỏ nhất) và Z_{imin} là hiệu số giữa các kích thước nhỏ nhất (hoặc lớn nhất) của bước công nghệ sát trước và bước công nghệ đang hoàn thành (hoặc bước công nghệ đang hoàn thành và bước công nghệ sát trước).

Lượng dư tổng cộng Z_{0max} và Z_{0min} được xác định bằng tổng các lượng dư trung gian.

Kiểm tra việc tính toán được thực hiện theo các công thức sau:

$$Z_{imax} - Z_{imin} = T_{i-1} - T_i \qquad (3\text{-}23).$$

$$2Z_{imax} - 2Z_{imin} = T_{Di-1} - T_{Di} \qquad (3\text{-}24)$$

$$Z_{0max} - Z_{0min} = T_{ph} - T_{chi} \qquad (3\text{-}25).$$

$$2Z_{0max} - 2Z_{0min} = T_{Dph} - T_{Dchi} \qquad (3\text{-}26).$$

Khi cần tìm các kích thước danh nghĩa (a):

- Đối với bề mặt ngoài thì kích thước danh nghĩa của phôi bằng kích thước lớn nhất, tức là $a = a_{max}$; trên bản vẽ chỉ ra $a = a_{max} - T$;
- Đối với bề mặt trong thì kích thước danh nghĩa của phôi bằng kích thước nhỏ nhất, tức là $a = a_{min}$; trên bản vẽ chỉ ra $a = a_{min} + T$. Nếu dung sai phân bố đối xứng thì kích thước danh nghĩa tương đối là:

$$a = a_{max} - \frac{T}{2} = a_{min} + \frac{T}{2} \qquad (3\text{-}27)$$

Trên bản vẽ chỉ ra: $a = \pm \frac{T}{2}$

Công việc tính toán lượng dư và các kích thước nguyên công trung gian sẽ giảm đi khi ta dùng máy tính để tính toán. Phương pháp tính toán dựa trên các công thức quan hệ và các số liệu cho trong các sổ tay công nghệ.

Muốn thực hiện được việc tự động tính toán ta cần phải lập các thuật toán riêng cho từng loại chi tiết (trục, bạc, tay đòn, thân máy v...v.).

Việc phân loại các chi tiết máy cần được tiến hành trước khi lập các thuật toán, trong từng ngành chế tạo máy tuỳ theo công dụng của chúng và theo các đặc điểm của việc sản xuất.

Các thông tin ban đầu của chi tiết là: bản vẽ có đầy đủ các yêu cầu kỹ thuật của chi tiết, các phương pháp gia công tạo phôi, độ chính xác và chất lượng bề mặt của phôi, mặt chuẩn và các loại đồ gá; hành trình công nghệ tạo nên các bề mặt; hình thức và vị trí cần gia công nhiệt luyện trong cấu trúc chung của quy trình công nghệ gia công các bề mặt.

Lập thuật toán được tiến hành theo các giai đoạn sau:

a) Xác định các thành phần của lượng dư trung gian: R_{zi-1}, h_{i-1},Δ_{i-1} và ε_i, ở đây (i-*1*) chỉ các yếu tố nhận được do bước sát trước để lại, còn i chỉ yếu tố do bước đang hoàn thành gây nên.

b) Tính toán lượng dư nhỏ nhất, lớn nhất và danh nghĩa cho các

bước công nghệ và lượng dư tổng cộng cho cả quá trình công nghệ gia công các bề mặt; các kích thước nhỏ nhất, lớn nhất xác định tình trạng của các bề mặt gia công theo các bước công nghệ và kích thước phôi.

Các trị số của lượng dư nhỏ nhất cần phải hệ thống hoá và đưa vào bảng để thuận lợi cho việc sử dụng máy tính.

Ưu điểm của phương pháp tự động tính toán lượng dư và các kích thước trung gian là chỉ một lần lập thuật toán và chương trình cho một loại chi tiết nhưng lại nhiều lần sử dụng chúng cho tất cả các chi tiết khác nhau trong loại đó.

Tính lượng dư và các kích thước trung gian trên máy tính là một trong những giai đoạn thiết kế các quá trình công nghệ gia công một chi tiết nào đó.

4. Các thông số để tính toán lượng dư.

Các thông số tiêu chuẩn sau đây được giới thiệu để tính toán lượng dư cho các bề mặt của các chi tiết máy khi gia công trên các máy đã điều chỉnh sẵn cũng như trên các máy vạn năng.

Các số liệu tiêu chuẩn này dùng cho các loại chi tiết máy từ phôi cán, đúc, dập, rèn và gia công cơ.

Các thông số được giới thiệu cho từng phương pháp gia công và cho từng dạng phôi.

Người làm công nghệ cần phải sử dụng một cách linh hoạt và sáng tạo các số liệu để lập quy trình công nghệ và tính toán lượng dư gia công.

a) Phôi cán.

Các chỉ dẫn để tính toán lượng dư và kích thước gia công khi chế tạo các chi tiết từ phôi cán.

Đối với các trục bậc, việc tính toán được tiến hành cho bậc (cổ trục) có đường kính lớn nhất, còn khi các đường kính bằng nhau thì tính cho bậc nào có yêu cầu chính xác và chất lượng bề mặt cao nhất (bậc tính toán).

Như vậy kích thước tính toán của phôi cán là:

$$D_{Phmin} = D_{ctmin} + 2Z_{0min}. \qquad (3\text{-}28)$$

Trong đó: D_{ctmin}- kích thước nhỏ nhất của bậc được tính toán theo đường kính.

$2Z_{0min}$- lượng dư tổng cộng nhỏ nhất tính toán theo đường kính.

Bảng 3-60. *Chất lượng bề mặt phôi cán.*

Đường kính vật cán (mm)	Độ chính xác vật cán, μm					
	Cao		Nâng cao		Thường	
	R_z	h	R_z	h	R_z	h
Đến 30	63	50	80	100	125	150
>30 ÷ 80	100	75	125	150	160	250
>80 ÷ 180	125	100	160	200	200	300
>180 ÷ 250	200	200	250	300	320	400

Bảng 3-61. *Chất lượng bề mặt phôi cán ngang (μm)*

Đường kính chi tiết cán mm	R_Z theo độ chính xác cán		h
	Nâng cao	Bình thường	
Đến 10	63	100	100
>10 ÷ 18	100	200	180
>18 ÷ 30	160	320	300
>30 ÷ 50	320	500	500
>50 ÷ 80	500	800	800
>80 ÷ 120	800	1250	1200
>120 ÷ 180	1250	1600	2000
Chú thích: Chất lượng bề mặt của phôi cán ngang được xác định sau khi gia công nhiệt (thường hoá hoặc làm tốt)			

Bảng 3-62. *Độ chính xác và chất lượng bề mặt sau khi cắt đứt phôi cán.*

Công nghệ cắt	Cấp chính xác	R_Z+h(μm)	Chú thích:
Trên máy cắt (1)	17	300	(1)- Khi cắt đứt trên máy cắt và máy ép, ta nhận được vết lõm nằm thẳng góc với bề mặt cắt, có thể lên tới 0,2 D và nghiêng theo mặt đầu tới 3 mm, khi tính toán cho gia công lần cuối theo mặt đầu cũng như theo đường kính phải tính đến điều kiện này.
Bằng dao cưa, dao phay đĩa trên máy phay	14	200	
Bằng dao tiện cắt đứt trên máy tiện	13	200	
Trên máy ép (1)	17	R_Z=150÷300 h=1000÷1600	

Bảng 3-63. *Độ cong theo prôphin của phôi cán (μm/mm)*

Đặc trưng của chi tiết cán	Chiều dài chi tiết cán (mm)				
	Đến 120	>120÷180	>180÷315	>315÷400	>400÷500
Không nắn thẳng khi độ chính xác cán:					
- Thường	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
- Nâng cao	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
- Cao	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
	Đến 30	>30÷50	>50÷80	>80÷120	>120÷180
Không nắn thẳng sau khi tôi:					
Trong lò thường	2,0	1,3	0,9	0,6	0,5
Trong lò cao tần	1,0	0,6	0,45	0,3	0,15
Sau khi nắn trên máy ép	0,13	0,12	0,11	0,10	0,08
Chú thích: Ở phôi cán ngang khi độ chính xác nâng cao thì Δ_K = 2μm/1mm chiều dài, còn khi độ chính xác bình thường thì Δ_K = 4μm/1mm.					

Kích thước D_{Phmin} sẽ được quy tròn (theo cách lấy tăng lên) cho đúng với loại phôi thanh có đường kính D'_{phmin} và khi đó lượng dư tổng cộng thực sẽ là: $2Z_{0min} = D'_{phmin} - D_{chmin}$ (3-29).

Phần mép dư tồn tại trên các bậc của trục, nếu nhỏ đủ cắt một lần thì được lấy đi khi gia công thô sau một bước công nghệ; nếu phần mép dư này lớn thì phải qua hai bước: 60-70% sau bước thứ nhất và 30-40% sau bước thứ hai. Việc gia công tất cả các bậc tiếp theo được tiến hành theo các kích thước vừa được tính toán.

Phôi cán có độ chính xác cao thì không cần gia công cắt gọt, phôi cán có độ chính xác bình thường thì gia công trên các máy tiện tự động hoặc các máy revonve. Người ta không mài các phôi có độ chính xác cao trước nhiệt luyện. Khi mài các trục sau nhiệt luyện thì trong công thức tính lượng dư ta bỏ qua giá trị h .

Khi chuẩn công nghệ và chuẩn đo lường (gốc kích thước) trùng nhau thì dung sai kích thước gia công được lấy theo các sổ tay công nghệ hoặc bảng (3-91); còn khi không trùng nhau thì giá trị dung sai được cộng thêm vào sai số chuẩn, sai số này bằng dung sai kích thước liên quan giữa chuẩn công nghệ và chuẩn đo lường. Giá trị dung sai theo cấp chính xác được lấy theo bảng 3-91.

Khi gia công trên mũi tâm thì sai số chuẩn của phôi theo hướng trục được xác định bằng lượng dịch chuyển của mặt đầu phôi theo hướng trục do việc chế tạo lỗ tâm không chính xác theo hướng đó.

Sai lệch tổng cộng về vị trí không gian khi gia công phôi cán trên mũi tâm được xác định theo công thức (3-11).

b) Phôi đúc Chỉ dẫn để tính lượng dư và các kích thước gia công khi chế tạo chi tiết từ phôi đúc.

Đối với các bề mặt trên (theo vị trí) của chi tiết đúc khi đúc kim loại thì ta phải thêm vào tổng $R_z + h$ một lượng 0,5 ÷ 3 mm đối với chi tiết đúc bằng gang xám và 0,5 ÷ 4 mm đối với chi tiết đúc bằng thép.

Bảng 3-65. *Chất lượng bề mặt chi tiết đúc ($R_z + h$, µm) đạt được theo các công nghệ làm khuôn khác nhau.*

Chi tiết đúc		Kích thước lớn nhất của chi tiết đúc, (mm).				
Vật liệu	Cấp chính xác (1)	Đến 500	>500 ÷1250	>1250 ÷3150	>3150 ÷6300	>6300 ÷10000
Gang	I	400	600	800		
	II	500	700	900		
	III	600	800	1000	1500	2000
Thép	I	300	500	700		
	II	400	600	800		
	III	500	700	900	1300	1700
Kim loại mầu và hợp kim	I	200	400			
	II	300	500			
	III	400	600	800	1100	

(1) Cấp chính xác chi tiết đúc đạt được: I- Đúc trong khuôn làm bằng máy, mẫu kim loại; II - Máy làm khuôn, mẫu gỗ; III - Làm khuôn bằng tay, mẫu gỗ.

Bảng 3-66. *Chất lượng bề mặt chi tiết đúc đạt được theo các công nghệ đúc đặc biệt.*

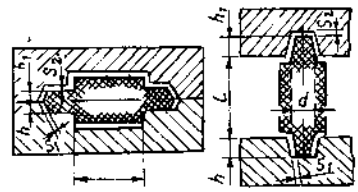
Công nghệ đúc		Cấp Chính xác (*1)	R_z µm	h (µm), cho phôi		
				Gang	thép	Kim loại mầu và hợp kim
Trong khuôn kim loại		14-15	200	300	200	100
Ly tâm		14-15	200	300	200	100
Trong khuôn vỏ	Trong một nửa khuôn	11-12	40	260	160	100
mỏng có các thành	Trong hai nửa khuôn	14	40	260	160	100
phần nhận được:	Dưới áp lực	11-12	50			100
Theo mẫu nóng chảy		11-12	32	170	100	63

(*1) - Giá trị dung sai đối với cấp chính xác cấp 11÷15 giới thiệu ở bảng 3-91

Bảng 3-67. *Sai lệch vị trí bề mặt chi tiết đúc.*

Sai lệch	Chi tiết đúc		
	Trong khuôn cát	Trong khuôn kim loại	Đúc áp lực
Khoảng cách tâm các lỗ $(\pm)\Delta_{tl}$.(mm)	1,2-2,0	0,8-1,5	0,3-0,5
Khoảng cách giữa lỗ với chuẩn công nghệ $(\pm)\Delta_{cb}$. (mm)	1,2-2,5	0,5-1,2	0,10-0,35
Độ song song của mặt phẳng Δ_{sph}. (µm / mm)	1/2 dung sai kích thước	2,2-3,4	1,2-2,0
Độ xiên của lỗ Δ_X . (µm / mm)cho đường kính lỗ d,(mm): Đến 10 >10 - 30 >30 - 50 >50	 10-20 5-15 3-10	 2,5 - 10	 2,0-4,0 1,5-3,0 1,0-2,0 0,7-1,5
Độ cong vênh Δ_{cv}. (µm / mm) chi tiết đúc	0,3 - 1,5		
Tấm	2,0 - 3,0		

Bảng 3-68. *Khe hở giữa tai gối của khuôn và mẫu để xác định sai số dịch chuyển Δ_{dch} của chi tiết đúc (mm)*



Chiều cao lớn nhất của tai gối h hoặc h_1	Chiều dài L hoặc đường kính d của lõi (mm)										
	Đến 50	50 ÷ 150	150 ÷ 300	300 ÷ 500	500 ÷ 750	750 ÷ 1000	1000 ÷ 1500	1500 ÷ 2000	2000 ÷ 2500	2500 ÷ 3000	> 3000
	Khe hở S_1										
Đến 25	0,15 / 0,5	0,15 / 0,5	0,25 / 0,5								
25 - 50	0,25 / 0,5	0,25 / 0,5	0,5 / 1,0	1,0 / 1,5	1,0 / 1,5	1,5 / 2,0					
50 - 100	0,5 / 1,0	0,5 / 1,0	1,0 / 1,5	1,0 / 1,5	1,5 / 2,0	2,0 / 2,5	2,5 / 3,0	3,0 / 3,5	3,5 / 4,0		
100-200	1,0 / 1,5	1,0 / 1,5	1,0 / 1,5	1,5 / 2,0	2,0 / 2,5	2,5 / 3,0	3,0 / 3,5	3,5 / 4,0	4,0 / 4,5	- / 5,0	- / 5,5
Chiều cao lớn nhất của tai gối h hoặc h	Chiều dài L hoặc đường kính d của lõi (mm)										
	Đến 50	50 ÷ 150	150 ÷ 300	300 ÷ 500	500 ÷ 750	750 ÷ 1000	1000 ÷ 1500	1500 ÷ 2000	2000 ÷ 2500	2500 ÷ 3000	> 3000
200-300	1,5 / 1,5	1,5 / 1,5	1,5 / 1,5	2,0 / 2,0	2,5 / 2,5	3,0 / 3,0	3,5 / 3,5	4,0 / 4,0	4,5 / 4,5	- / 5,0	- / 5,5
300-500	2,0	2,0	2,0 / 2,0	2,0 / 2,5	2,5 / 3,0	3,0 / 3,5	3,5 / 4,0	4,0 / 4,5	4,5 / 5,0	- / 5,5	- / 6,0
500-700			2,5	2,5 / 2,5	3,0 / 3,0	3,5 / 3,5	4,0 / 4,0	4,5 / 4,5	5,0 / 5,0	- / 5,5	- / 6,0
750-1000				3,0 / 3,0	3,0 / 3,5	3,5 / 4,0	4,0 / 4,5	4,5 / 5,0	5,0 / 5,5	- / 6,0	- / 6,5
1000-1250				3,0 / 3,5	3,5 / 3,5	4,0 / 4,0	4,5 / 4,5	5,0 / 5,0	5,5 / 5,5	- / 6,0	- / 6,5

(tiếp bảng 3-68)

1250-1500				3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
1500-2000				4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
2000-2500					5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
2500-3000					6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
>3000					6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
Khe hở S_2											
	0,15 0,25	0,25 0,5	0,5 1,0	1,0 2,0	1,5 3,0	2,0 4,0	3,0 5,0	3,0 5,5	4,0 6,0	6,5	7,0

Chú thích: 1 - Tử số chỉ khe hở khi làm khuôn ướt, còn mẫu số dùng cho khuôn khô.

2 - Góc nghiêng của gối dưới $\beta^0 = 7 \div 10^0$ của gối trên $\beta^0 = 10 \div 15^0$. Đối với các kích thước nằm ngang thì $\Delta_{dch} = S_1/\cos\beta^0$, còn thẳng đứng thì $\Delta_{dch} = S_2$.

Bảng 3-69. *Độ chính xác và chất lượng bề mặt sau khi gia công chi tiết đúc bằng công nghệ tiện, phay, bào, mài.*

Nguyên công	Cấp chính xác(1)	R_z,µm	h, µm	Nguyên công	Cấp chính xác(1)	R_z,µm	h, µm
Tiện, phay, bào Đúc trong khuôn cát Chi tiết đúc cấp chính xác I				Đúc trong khuôn kim loại và đúc ly tâm			
				Bóc vỏ	11	25	25
Bóc vỏ	11-12	32	32	Thô	12	50	50
Thô	12	50	50	Tinh	10	20	20
Chi tiết đúc cấp chính xác II				Mỏng	7-9	5	5
Thô	14	100	100	Đúc trong khuôn vỏ mỏng			
Bán tinh	12	50	50	Bóc vỏ	10-11	25	25
Chi tiết đúc cấp chính xác III				Thô	11	20	20
Phá	16-17	320	320	Tinh	10	10	10
Thô	14-15	250	240	Mỏng	7-9	5	5
Bán tinh	11-12	100	100	Đúc trong khuôn mẫu chảy.			
Chi tiết đúc cấp chính xác I, II, III				Bóc vỏ	10	15	20
Tinh	10-11	25	25	Mỏng	7-9	2,5	5
Mỏng	7-9	5	5				
Mài chi tiết đúc, nhận được theo các phương pháp khác							
Bóc vỏ	7	5	10	Tinh	6-8	5	15
Thô	8-9	10	20	Mỏng	5-6	0,63	

(1) Giá trị dung sai cho cấp chính xác 5 ÷ 17 cho trong bảng 3-91

Đối với chi tiết đúc dạng tròn xoay, để bù trừ vùng thiên tích và không đồng nhất về thành phần hoá học của kim loại khi đúc ly tâm và đối với các chi tiết đặc biệt quan trọng thì cho lượng dư 5 ÷ 7 mm theo một phía. Định vị vào lỗ để gia công chỉ được dùng ở nguyên công đầu tiên (thô).

Khi gia công các lỗ để làm chuẩn thì sai lệch về vị trí cần phải tính vào lượng dư gia công.

Lượng dư tổng cộng và kích thước của phôi nhận được qua tính toán cần phải tính toán tiếp tục như sau: đặt các mép dư cần thiết theo công nghệ đúc, làm đơn giản hình thù xung quanh phôi và san bằng các chỗ lõm, chỗ chuyển tiếp và các vấu; kiểm tra các bán kính lượn góc đúc và chiều dài

đoạn chuyển tiếp khi thay đổi tiết diện chi tiết đúc, đưa những thay đổi về cấu tạo vào các thành phần của chi tiết hoặc là hiệu chỉnh lại lượng dư vừa tính toán, tăng chúng lên theo bề mặt phân khuôn tới trị số bảo đảm lượng dư nhỏ nhất cần thiết.

c/ Phôi rèn.

Với các chi tiết rèn chế tạo bằng cách rèn trên các máy rèn hướng kính thì:

$$R_Z + h = AR_b + 0{,}01d \qquad (3\text{-}30)$$

Trong đó A- hệ số điều chỉnh theo bảng 3-72.

Bảng 3-70. *Chất lượng bề mặt của phôi rèn ($R_Z + h$), μm*

Kích thước lớn nhất của chi tiết rèn (mm)	Máy ép		Máy búa	Máy dập có tấm lót
	Độ chính xác			
	Nâng cao	Bình thường	Bình thường	Bình thường
từ 50 đến180	800	1000	1000	750
>180 ÷ 500	1000	1500	1500	1250
>500 ÷ 1250	1500	2000	2000	1500
>1250 ÷ 3150	2000	2500	2500	
>3150 ÷ 6300	2500	3000	3000	
>6300 ÷ 10.000		3500	3500	

Bảng 3-71. *Chất lượng bề mặt chi tiết rèn, chế tạo bằng cách dập, rèn khuôn*

Trọng lượng chi tiết rèn (kG)	R_Z	h
	μm	
Đến 0,25	80	150
>0,25 ÷ 4	160	200
>4 ÷ 25	200	250
>25 ÷ 40	250	300
>40 ÷ 100	320	350
>100 ÷ 200	400	400

Chú thích: Giá trị R_Z trong bảng cho sau khi phun cát bề mặt chi tiết rèn hoặc tẩy sạch. Sau khi phun bi thì $R_Z = 400$μm không phụ thuộc vào trọng lượng chi tiết rèn.

Bảng 3-72. *Hệ số điều chỉnh A*

r_n: R_b	n vòng/phút			
	16	22	30	42
0,4	0,0018	0,0018	0,0034	0,0068
0,5	0,0011	0,0020	0,0036	0,0071
0,6	0,0010	0,0019	0,0035	0,0068
0,7	0,0008	0,0016	0,0031	0,0060
0,8	0,0006	0,0012	0,0023	0,0045
0,9	0,0004	0,0008	0,0012	0,0023

Chú thích: R_b - bán kính đầu búa; r_n - bán kính chi tiết rèn, mm; n - tần số quay của chi tiết rèn trong quá trình rèn. Giá trị n được lấy bằng 16 - 22 v/ph khi rèn các chi tiết có đường kính lớn hoặc là chi tiết rèn bằng thép có độ bền đặc biệt; 42v/ph cho chi tiết rèn có độ bền đặc biệt, có đường kính không lớn và khi rèn nguội các trục rỗng (ống); các trường hợp còn lại thì n = 30 v/ph.

Bảng 3-73. *Độ chính xác và chất lượng bề mặt của chi tiết rèn được chế tạo trên các máy dập ép bằng phươngpháp ép chảy (chi tiết dạng xuppap)*

Thành phần chi tiết	Dung sai (mm)	R_z (μm)	h, (μm)
Trục nhỏ	0,3	40	40
Đĩa	0,6	40	40

Bảng 3-74. *Độ cong Δ_k (μm /mm) đối với chi tiết rèn*

Công nghệ gia công	Đường kính hoặc kích thước tiết diện (mm)				
	Đến 120	>120÷180	>180÷250	>250÷315	>315÷500
Rèn	3	2	1	0,8	0,6
Gia công cơ:					
- Bóc vỏ	1,5	1	0,5	0,4	0,3
- Thô	0,7	0,5	0,3	0,2	0,1
- Bán tinh	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
Sau khi gia công nhiệt và nắn thẳng	0,10	0,08	0,06	0,04	0,02

Bảng 3-75. *Độ cong Δ_k (μm /mm) đối với chi tiết dạng trục*

Đường kính chi tiết rèn (mm)	Sau rèn khuôn	Sau khi nắn trên máy ép	Sau khi gia công nhiệt	
			Lò thường	Lò cao tần
Đến 25	4	0,20	2,5	1,25
>25 ÷ 50	3	0,15	1,5	0,75
>50 ÷ 80	2	0,12	1,5	0,75
>80 ÷ 120	1,8	0,10	1,0	0,50
>120 ÷ 180	1,6	0,08	1,0	0,50
>180 ÷ 260	1,4	0,06		
>260 ÷ 360	1,2			
>360 ÷ 500	1,0			

Bảng 3-76. *Độ lệch tâm và độ cong vênh của chi tiết rèn dạng đĩa và dạng tay đòn, tạo ra trên máy ép có độ chính xác khác nhau.*

Chiều dầy (cao) hoặc chiều rộng của chi tiết rèn	Độ lệch tâm của lỗ Δ_k (mm)		Độ cong vênh Δ_{CV} (mm)	
	Độ chính xác nâng cao	Độ chính xác thường	Độ chính xác nâng cao	Độ chính xác thường
Đến 50	0,5	0,8	0,5	0,5
>50 ÷ 120	0,63	1,4	0,5	0,5
>120 ÷ 180	0,80	2,0	0,5	0,7
>180 ÷ 260	1,00	2,8	0,6	0,9
>260 ÷ 360	1,50	3,2	0,7	1,0
>360 ÷ 500	2,50	3,6	0,8	1,1

Bảng 3-77. *Độ lệch tâm Δ_u (mm) của các bộ phận,khi dập theo các nửa khuôn khác nhau,đối với cácchi tiết rèn dạng trục có độ chính xác khác nhau.*

Trọng lượng vật rèn (kG)	Rèn khuôn trên máy búa		Rèn khuôn trên máyép	
	Độ chính xác nâng cao	Độ chính xác bình thường	Độ chính xác nâng cao	Độ chính xác bình thường
Đến 0,25	0,30	0,40	0,20	0,30
0,25 ÷ 0,630	0,35	0,50	0,25	0,40
>0,63 ÷ 1,60	0,40	0,60	0,30	0,50
>1,60 ÷ 2,50	0,45	0,80	0,35	0,60
>2,50 ÷ 4,00	0,50	1,0	0,40	0,70
>4,0 0÷ 6,30	0,63	1,1	0,45	0,80
>6,30 ÷ 10,0	0,70	1,2	0,50	0,90
>10,0 ÷16,0	0,80	1,3	0,60	1,00
>16 ,0÷ 25,0	0,90	1,4	0,70	1,10
>25,0 ÷ 40,0	1,00	1,6	0,80	1,20
>40,0 ÷ 63,0	1,20	1,8		
>63,0 ÷ 100	1,40	2,2		
>100 ÷ 125	1,60	2,4		
>125 ÷ 160	1,80	2,7		
>160 ÷ 200	2,20	3,2		

Bảng 3-78. *Độ cong Δ_k* (µm trên 1mm) *của trục sau khi chồn mặt bích trên máy rèn ngang.*

Chiều dài trục L (mm)	Đường kính trục d, (mm)				
	Đến 18	>18÷30	>30÷50	>50÷80	>80÷120
Đến 120	6	8	12	16	20
>120 ÷ 180	4	6	8	12	16
>180 ÷ 500	2	4	4	6	6
>500 ÷1000	1	2	2	3	3

Bảng 3-79. *Độ dịch chuyển Δ_{dch}* (mm) *của tâm mặt bích so với tâm trục khi chồn mặt bích trên máy rèn ngang.*

Chiều cao của mặt bích hoặc độ dầy, mm	Đường kính D của mặt bích hay phần làm dầy, mm		
	Đến 50	>50 ÷ 120	>120 ÷ 260
Đến 18	0,25	0,25	0,50
>18 ÷ 50	0,25	0,50	0,50
>50 ÷ 120	0,50	0,50	0,75
>120 ÷ 180	0,50	0,75	0,75

Bảng 3-80. *Độ không vuông góc $\Delta_{v.g}$ (µm trên mm bán kính) của mặt đầu bích so với đường tâm chi tiết rèn*

Trọng lượng chi tiết rèn, kG	Máy	
	Máy ép ngang	Máy rèn ngang
Đến 0,25	0,2	0,3
>0,25 ÷ 1,6	0,3	0,5
>1,6 ÷ 4	0,4	0,7
>4 ÷ 10	0,5	0,9
>10 ÷ 25	0,6	1,1
>25 ÷ 40	0,7	1,2

Bảng 3-81. *Độ cong Δ_k chi tiết rèn(µm trên 1mm chiều dài) sau khi rèn trên máy rèn hướng kính thẳng đứng.*

Đường kính chi tiết rèn, mm	Δ_k
Đến 60	2
>60	1

Bảng 3-82. *Khuyết tật của chi tiết rèn do cắt đứt phôi ban đầu và rèn lần cuối trên máy rèn hướng kính thẳng đứng.*

Đường kính mặt đầu D,mm	Δ_t , µm	Đường kính mặt đầu D,mm	Δ_t , µm
Đến 30	1,5	>50 ÷ 80	4
>30 ÷ 50	2,5	>80 ÷ 120	5

Đối với những chi tiết rèn nhận được bằng phương pháp ép chảy trên máy dập ép (chi tiết dạng xuppap), độ cong trục Δ_k = 0,6µm trên 1mm chiều dài; độ dịch chuyển trục Δ_{dch} = 0,12mm và sai lệch tổng cộng:

$$\Delta\Sigma = \sqrt{\Delta_k^2 + \Delta_{dch}^2} \qquad (3\text{-}31)$$

* Chỉ dẫn để tính lượng dư và kích thước nguyên công khi chế tạo chi tiết từ các phôi rèn, dập.

Sai lệch vị trí của mặt đầu:

Đối với phôi: $\Delta\Sigma = \Delta_{vg}.D$ (3-32)

Sau khi gia công thô: $\Delta_{th} = 0,20.(R-r)\ \Delta_{vg}$ (3-33)

Sau khi gia công bán tinh: $\Delta_{bt} = 0,15.\ (R-r)\ \Delta_{vg}$ (3-34)

Sau khi gia công tinh: $\Delta_t = 0,10.\ (R-r)\ \Delta_{vg}$ (3-35)

Ở đây: Δ_{vg} - độ không vuông góc, µm trên 1mm chiều dài.

Khi tính lượng dư cho gia công mặt đầu chi tiết dạng đĩa thì sai lệch này khi gia công nhiệt lấy bằng 0,8µm trên 1mm chiều dài.

Bảng 3-83. *Độ chính xác và chất lượng bề mặt sau khi gia công cơ của chi tiết rèn, nhận được do rèn trên máy ép, máy búa và trên máy dập có tấm đệm.*

Công nghệ gia công		Cấp chính xác (1)	R_Z, µm	h, µm
Tiện, phay	Bóc vỏ	17	1250	350
	Thô	15-16	250	240
	Bán tinh	12-14	125	120
	Tinh	10-11	40	40
	Mỏng	6-7	5	5
Mài	Phá	14-15	20	20
	Thô	10	15	15
	Tinh	6-7	5	5
	Mỏng	5-6	2,5	5
Chú thích : (1) Giá trị dung sai đối với cấp chính xác 5÷17, cho trong bảng 3-91.				

Bảng 3-84. *Độ chính xác và chất lượng bề mặt của chi tiết dập (rèn khuôn) sau khi gia công cơ.*

Công nghệ gia công	Cấp chính xác (1)	R_z µm	h µm	Công nghệ gia công	Cấp chính xác (1)	R_z µm	h µm
Trục bậc				Dạng đĩa			
Tiện mặt ngoài				Tiện mặt ngoài			
Bóc vỏ	11-12	32	30	Bóc vỏ	10-12	32	30
Thô	12	50	50	Thô	14	100	100
Tinh	11	25	25	Bán tinh	12	50	50
Mỏng	7-9	5	5	Tinh	10-11	25	25
Khoả mặt đầu							
Thô	12	50	50	Bóc vỏ	10-12	32	30
Tinh	11	32	30	Thô	14	100	100
Phay				Bán tinh	12	50	50
Phá một lần	14	100	100	Tinh	10-11	25	25
Tay gạt (mặt phẳng song song với đường tâm chi tiết và mặt phẳng tách đầu)							
Phay				Mài các chi tiết, trục, đĩa, tay gạt			
Thô	12	32	50	Phá	7-9	5	10
Tinh	11	10	15	Thô	8-9	10	20
Chuốt				Tinh	6-7	5	15
Một lần	10	5	10	Mỏng	5-6	2,5	5
Tiện các thanh							
Thô	12	50	50	Tinh	11	25	25
Chú thích: (1) giá trị dung sai của cấp chính xác 5 ÷ 14 cho trong bảng 3-91							

D - đường kính mặt đầu, mm

R - bán kính mặt tròn ngoài, mm

r - bán kính mặt tròn trong, mm

Khi hiệu số (R - r)<50 thì sai lệch về độ vuông góc có thể bỏ qua.

Đối với mặt đầu ở giữa các trục bậc, được chế tạo trên các máy rèn hướng kính thẳng đứng, có độ không vuông góc:

$$\Delta\Sigma_{vg} = \Delta_{vg}\frac{l}{D} \qquad (3\text{-}36)$$

Ở đây: Δ_{vg} - độ không vuông góc bằng 0,05 µm trên 1mm chiều dài đối với đường kính mặt đầu tới 60m và bằng 0,1µm trên 1mm chiều dài cho các đường kính lớn hơn 60mm.

l - khoảng cách (mm) từ điểm giữa của bậc có đường kính lớn nhất tới mặt đầu đang cần xác định sai số.

D - đường kính mặt đầu, mm

Đối với mặt đầu cùng của trục bậc, thì sai lệch tổng cộng về vị trí là:

$$\Delta\Sigma_{vg} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2} \qquad (3\text{-}37)$$

Trong đó: Δ_1 - độ không vuông góc của mặt đầu.

Δ_2 - khuyết tật của chi tiết rèn do việc cắt đứt.

Đối với các phôi, được chế tạo trên các máy rèn hướng kính thẳng

đứng, dung sai cho các bậc ở giữa lấy bằng ± 1mm.

Khi yêu cầu nâng cao độ chính xác và độ nhám bề mặt thì người ta thêm vào lượng dư tính toán 0,2 mm. Khi đó phôi ban đầu được chọn là thép cán có độ chính xác cao.

Các sai lệch về vị trí còn lại của phôi sau khi gia công được xác định bằng cách tính theo công thức gần đúng:

$$\Delta_{c.l} = K_{chx}\Delta_{ph} \qquad (3\text{-}38)$$

Trong đó: Δ_{ph} - độ cong của phôi.

Δ_{chx} - hệ số chính xác (xem bảng 3-88).

Lượng dư và kích thước phôi nhận được do kết quả tính toán được hiệu chỉnh lại bằng các tính toán phụ sau đây:

a - Ấn định các phần thừa công nghệ để kẹp chặt phôi khi gia công nhiệt luyện và để lấy các mẫu thử tính cơ lý, cũng như để làm đơn giản hình dạng bên ngoài hoặc để san bằng các chỗ lồi lõm của phôi.

b - Xác định các bán kính lượn hoặc các kích thước vát theo kích thước của phôi; khi cần thiết phải điều chỉnh lượng dư gia công thì phải xuất phát từ quan hệ sau đây:

$$r_{cht} \geq r_{ph} - z$$

Trong đó: r_{cht} và r_{ph} - bán kính lượn hoặc kích thước vát mép của chi tiết gia công và của phôi.

z - lượng dư danh nghĩa (theo tính toán ở phần trên).

Khi không phù hợp thì ta phải tăng bán kính lượn hoặc kích thước vát mép của chi tiết gia công; nếu như điều đó không cho phép thì ta tiến hành điều chỉnh bằng chỉnh từ lượng dư nhỏ nhất z_{min} sang z'_{min} theo công thức: $z'_{min} \geq r_{ph} - r_{cht} + ei_{cht} - ei_{ph}$

Trong đó: ei_{cht} ; ei_{ph} - sai lệch dưới của kích thước gia công và phôi.

d/ Chi tiết được gia công bằng phương pháp điện ăn mòn. Chiều cao nhấp nhô (μm):

$$R_z = C\left[\frac{I.U}{f}\right]^p \qquad (3\text{-}39)$$

Trong đó: I - cường độ dòng điện (A).

U - điện thế làm việc (V).

f - tần số của xung điện (h_z).

C,p - các hệ số phụ thuộc vào chi tiết gia công cho trong bảng sau

Vật liệu gia công	C	p
Thép cacbon	190	0,35
Hợp kim chịu nhiệt	205	0,38
Hợp kim cứng	67	0,38

Bảng 3-85. *Chiều sâu h (mm) lớp bề mặt hư hỏng.*

Tần số f (hz)	Cường độ dòng điện I, (A)									
	1	3	7	10	15	20	50	100	200	300
50				200	300	350	420	470	520	630
100				150	170	200	250	310	360	540
400				60	100	150	200	230	260	300
7000	20	30	40	50	60	70				
22000	10	20	30	40	50	60				

Chú thích: Khi tính lượng dư cho nguyên công nghiền bề mặt, sau khi gia công điện an mòn ở chế độ gia công thấp (I = 4 ÷ 5A) thì sự thay đổi lớp kim loại không ảnh hưởng tới chất lượng bề mặt, nên đại lượng h trong công thức tính toán được bỏ đi.

e/ Chi tiết gia công cơ.

Bảng 3-86. *Độ lệch của mũi khoan và độ xê dịch của tâm lỗ khi khoan.*

Mũi khoan	Đường kính lỗ d, mm				
	3-6	6-10	10-18	18-30	30-50
Độ lệch Δ_l, µm trên 1mm chiều dài lỗ					
Xoắn vít	2,1	1,7	1,3	0,9	0,7
Chuyên dùng	1,6	1,3	1,0	0,7	0,4
Độ xê dịch C_{xd} (mm) của tâm lỗ so với vị trí danh nghĩa.					
Xoắn vít và chuyên dùng	10	15	20	25	30

Bảng 3-87. *Chất lượng bề mặt lỗ sau gia công.*

Công nghệ gia công		Đường kính lỗ d, mm	Cấp chính xác	R_z	h
				µm	
Khoan bằng mũi khoan xoắn vít (ruột gà)		Từ 3 ÷ 6	12	20	40
		>6 ÷ 10		32	50
		>10 ÷ 18		40	60
		>18 ÷ 50		50	70
		>50 ÷ 80		63	80
Khoan lỗ sâu bằng mũi khoan đặc biệt		Từ 3 ÷ 10	12	16	25
		>10 ÷ 18		20	30
		>18 ÷ 30		32	40
		>30 ÷ 50		50	50
Khoét	Phá rỗng	Đến 80	10	32	40
	Thô	Từ 18 ÷ 30	11	40	40
		>30 ÷ 80		50	50
	Tinh	Đến 30	10	32	30
		>30 ÷ 80		40	40
Doa rộng lỗ	Thô	Từ 50 ÷260	12	40	50
	Tinh		10	20	20
Doa	Thường	từ 6 ÷ 30	10	10	20
	Chính xác		8	5	10
	Tinh mỏng		7	3,2	5
Công nghệ gia công tinh xác	Mài	Đến 80	7-9	5	10
	Chuốt	Từ 10 ÷ 80	8	4	6
	Nong ép	Từ 6 ÷ 80	7	0,63	
	Mài khôn	Đến 80	6-7	0,16	

Chú thích: 1 - Khoét thô là khoét các lỗ đúc hoặc dập tạo nên; còn khoét tinh được thực hiện sau khi khoan hoặc khoét thô.

2 -Các hình thức doa (thường, chính xác, tinh mỏng) được đặc trưng bởi dung sai của đường kính doa.

3 - Khi gia công bằng các dụng cụ định kích thước (khoan, khoét, doa, chuốt, phay,v,.. v.) đường kính của dụng cụ được lấy gần đúng theo nhóm dụng cụ, nên jích thước nhỏ nhất của dụng cụ không được nhỏ hơn đường kính nhỏ nhất của phôi theo tính toán.

4 - Giá trị dung sai cho các cấp chính xác 6 ÷ 12 được lấy theo bảng 3-91.

Bảng 3-88. *Hệ số chính xác K_{chx} cho các phôi dập, rèn, đúc và phôi cán theo nhóm kích thước.*

Các bước công nghệ	K_{chx}
Sau khi tiện:	
Bóc vỏ	0,05
Thô	0,06
Bán tinh	0,05
Tinh	0,04
Sau khi mài:	
Thô	0,03
Tinh	0,02

Bảng 3-89. *Các công thức để tính toán sai lệch vị trí không gian còn lại sau khi gia công cơ.*

Nguyên công		Công thức tính toán
Tiện mặt tròn ngoài trên máy	Tiện	$WC_V S^y HB^n [t^x - (t - \Delta_{cph})^x]$
	Tiện tự động, tiện revonve	$WC_V S^y HB^n [t^x - (t - \Delta_{cph})^x]$
Phay đối xứng mặt phẳng trên máy phay đứng		$0{,}5WCt^x S_z^y ZD^{-q}\left[B^z - \left(B - \Delta_{c.ph}\right)^z\right]$
Mài mặt tròn ngoài trên máy	Mài tròn	$WKC_p V_u^{0,7} S_d^{0,7}\left[t^{0,6} - \left(t - \Delta_{c.ph}\right)^{0,6}\right]$
	Mài vô tâm	$WC_p S_{ng}^{0,55} V_u^{0,55} d_u^{0,55} \Delta_{c.ph}$

Chú thích: W - độ mềm dẻo của hệ thống công nghệ, mm/N; C_y - hệ số đặc trưng cho điều kiện cắt khi tiện; S - lượng chạy dao khi tiện, mm/vòng; t - hệ số đặc trưng cho điều kiện cắt khi phay; HB - độ cứng của vật liệu gia công theo Brinen (MPa); C-hệ số đặc trưng cho điều kiện cắt khi phay; S_Z - lượng chạy dao khi phay, (mm/răng); Z - số răng của dao phay; D - đường kính dao phay, (mm); B - chiều rộng phay, (mm); C_p - hệ số đặc trưng cho điều kiện cắt: khi mài vô tâm, phôi bằng thép 45 trên dây truyền liên tục thì C_p = 12,28; phôi đơn chiếc thì C_p = 10,5; khi mài tròn ngoài bằng đá có bề rộng 40 mm, gia công phôi bằng thép C_p =2,15, bằng gang thì C_p = 2,0; K - hệ số đặc trưng cho tình trạng của đá mài (khi đá sắc thì K = 1,5; khi đá cùn thì K = 3); S_d - lượng chạy dao dọc của phôi khi mài; S_{ng} - lượng chạy dao ngang khi mài tiến dao hướng kính; V_u - tốc độ vòng của chi tiết gia công (m/phút); d_u - đường kính chi tiết gia công (mm); Δ_{cph} - độ cong ban đầu của phôi dùng cho bước công nghệ đầu tiên (mm); đối với các bước công nghệ tiếp theo - là độ cong còn lại của phôi sau bước gia công sát trước, (mm); x, y, n, q, z - các số mũ (xem phần chế độ cắt).

5. Phương pháp tính lượng dư cho công nghệ lắp ráp.

Gia công các bộ phận để lắp ráp (hình 3-41) được tiến hành để loại trừ các sai lệch kích thước của bộ phận hoặc của chi tiết, xuất hiện trong quá trình lắp ráp. Khi ép bạc vào thân của chi tiết thì lỗ bạc nhỏ lại; khi ép bạc vào trục thì đường kính ngoài của trục lại tăng lên.

Độ tăng đường kính ngoài của chi tiết bao khi ép bạc vào trục (hình 3-41a):

$$\Delta_B = \frac{2pDd^2.10^3}{E_A\left(D^2 - d^2\right)} \qquad (3\text{-}40)$$

Độ giảm đường kính trong của chi tiết bị bao khi ép bạc vào thân hộp hoặc vào tay đòn (hình 3-41b):

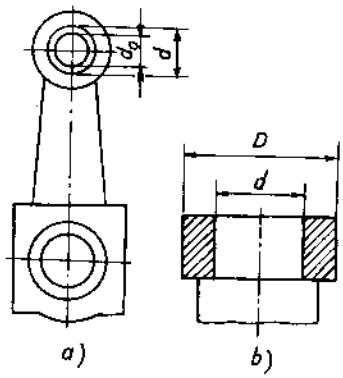
$$\Delta_0 = \frac{2pd^2d_0.10^3}{E_B\left(d^2 - d_0^2\right)} \qquad (3\text{-}41)$$

Ở đây: D - đường kính ngoài của vòng, bạc (mm).
d - đường kính ngoài của trục (mm).
d_0 - đường kính lỗ của bạc (mm)
p - áp suất trên bề mặt tiếp xúc.

$$p = \frac{i}{d\left(\frac{C_A}{E_A} + \frac{C_B}{E_B}\right)} \qquad (3\text{-}42)$$

Trong đó: i - độ dôi (μm); $C_A = \frac{D^2 + d^2}{D^2 - d^2} + \mu_A$

$C_B = \frac{d^2 + d_0^2}{d^2 - d_0^2} - \mu_B$ E_A - môđun đàn hồi của vật liệu bạc; E_B - môđun đàn hồi của vật liệu trục (P_a); μ_A và μ_B - các hệ số phụ thuộc vào vật liệu của chi tiết bao và bị bao (với thép μ=0,3 còn đối với gang thị μ =0,25); trị số C_A và C_B giới thiệu trong bảng 3-90.



Hình 3-41. *Ví dụ minh hoạ sự cần thiết gia công các bộ phận trong lắp ráp: a) Tay đòn; b) Trục.*

Bảng 3-90. *Trị số C_A và C_B*

d_0/d cho C_B d/D cho C_A	C_A			C_B		
	Thép	Đồng	Gang	Thép	Đồng	Gang
0,000	1,30	1,33	1,25	0,70	0,67	0,75
0,100	1,32	1,35	1,27	0,72	0,69	0,77
0,200	1,38	1,41	1,33	0,78	0,75	0,83
0,300	1,49	1,52	1,44	0,89	0,86	0,94
0,400	1,68	1,71	1,63	1,08	1,05	1,13
0,450	1,81	4,84	1,76	1,21	1,18	1,26
0,500	1,95	2,00	1,92	1,37	1,34	1,42
0,600	2,17	2,20	2,12	1,57	1,54	1,62
0,650	2,43	2,46	2,38	1,83	1,80	1,88
0,700	2,77	2,80	2,72	2,17	2,14	2,22
0,750	3,22	3,25	3,17	2,62	2,59	2,67
0,800	3,84	3,87	3,79	3,28	3,25	3,33
0,850	4,85	4,88	4,80	4,25	4,22	4,30
0,900	6,58	6,61	6,53	5,88	5,95	6,03
0,925	9,83	9,86	9,78	9,23	9,20	9,28
0,950	13,18	13,21	13,13	12,58	12,56	12,63
0,975	19,30	19,33	19,25	18,70	18,67	19,75
0,990	39,30	39,33	39,25	38,70	38,67	38,75
	99,30	99,33	99,25	98,70	98,67	98,75

Chú thích: Nếu chi tiết bị bao có dạng trục đặc thì $d_0/d=o$; Khi chi tiết bao dạng hộp hoặc tấm thì $d/D=0$;

Nếu có dự tính gia công một bề mặt nào đó sau lắp ráp thì lượng dư gia công là:

$$2Z_{\text{Dimin}} = \Delta_B + 0{,}5TD_i \qquad (3\text{-}43)$$

$$2Z_{\text{dimin}} = \Delta_0 + 0{,}5Td_i \qquad (3\text{-}44)$$

Ở đây: $0{,}5TD_i$ hoặc $0{,}5Td_i$ - lượng dư bổ sung để bù trừ sai lệch vị trí của tâm chi tiết lắp ghép.

Các sai lệch của các thành phần khi chế tạo một bộ phận (một cụm chi tiết) ở các bước hoàn thiện có thể đưa vào công thức tính toán sai lệch vị trí tổng cộng, xuất hiện trong quá trình lắp ráp, nên công thức tính lượng dư: $2Z_{imin} = 2(R_Z + h)_{i-1} + \Delta\Sigma_{i-1} + \varepsilon_i + \Delta\Sigma_{ir}$ (3-45)

Sai lệch tổng cộng về vị trí của bề mặt để bù trừ độ cong vênh sau khi hàn và gia công cơ là:

$$\Delta\Sigma_h = \sqrt{\Delta^2_{g.c} + \Delta^2_h} \qquad (3\text{-}46)$$

Trong đó: $\Delta_{g.c}$ - độ cong vênh của các bộ phận sau khi gia công cơ các gờ mép;

Δ_h - độ cong vênh của bộ phận do quá trình hàn hoặc nắn thẳng.

Bảng 3-91. *Giá trị dung sai T (μmm) dùng cho kích thước đến 500 mm.*

Kích thước,mm	Cấp chính xác												
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Đến 3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000
>3÷6	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1200
>6÷10	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500
>10÷18	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800
>18÷30	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100
>30÷50	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500
>50÷80	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000
>80÷120	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500
>120÷180	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000
>180÷250	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600
>250÷315	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200
>315÷400	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	5700
>400÷500	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300

6. Một số thí dụ tính toán lượng dư và kích thước gia công.

Bảng3- 92. *Tính toán lượng dư gia công và các kích thước gia công cho một số bước công nghệ.*

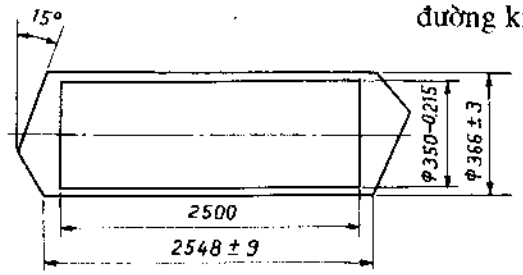
Tên chi tiết: Trục Vật liệu: thép 40 ° Bề mặt cần tính lượng dư: Cổ trục đường kính $50_{-0,05}$ mm

Các bề mặt cần gia công và công nghệ gia công chúng	Các thành phần của lượng dư (μm)				Lượng dư tính toán	Kích thước tính toán nhỏ nhất, (min)	Dung sai Chế tạo	Các kích thước (quy tròn)		Lượng dư	
	R_Z	h	Δ	ε	$2Z_{min}$ (μm)		T_d(μm)	d_{max}	d_{min}	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
Phôi dập	200	300	200	o		51,75	2000	54,00	52,00		
Tiện ngoài:											
Thô	50	50	25		1400	50,35	500	50,90	50,40	3100	1600
Tinh	25	25			250	50,10	150	50,25	50,10	650	300
Mài:											
Phá	10	15			100	50,00	100	50,10	50,00	150	100
Tinh	5	5			50	49,95	50	50,00	49,95	100	50

Kiểm tra tính toán: $Td_{ph} - Td_{chi} = 1950 = 2Z_{0max} - 2Z_{0min} = 4000 - 2050$

Ví dụ.Tính toán lượng dư gia công và kích thước trung gian của các bước công nghệ khi gia công chi tiết trục trơn như hình 3-42.

Vật liệu: thép 45.
Phôi rèn: cấp I
Phôi để rèn là thép cán có đường kính $\Phi 350_{-0,215}$ mm



Hình 3-42.*Bản vẽ chi tiết gia công trục trơn.*

Lượng dư nhỏ nhất cho việc gia công thô của loại trục này được tính theo công thức:

$$2Z_{\text{thô min}} = 2\left[R_{Z_{\text{Phrèn}}} + h_{\text{Phrèn}} + \sqrt{\Delta^2_{\text{Phrèn}} + \varepsilon^2_{th}}\right]$$

Ta lấy: $R_{Z\text{ph rèn}} + h_{\text{Ph rèn}} = 1,5$ mm (xem bảng 3-70)

Độ cong của phôi: $\Delta_C = 0,8.2500 = 2$ mm (xem bảng 3-77)

Lệch tâm: $\Delta_{lt} = 0,25.Td = 0,25.8 = 2$ mm (xem công thức ở trên)

Tổng sai số của phôi:

$$\Delta_{\Sigma_{\text{ph.rèn}}} = \sqrt{\Delta_c^2 + \Delta_{lt}^2} = \sqrt{2^2 + 2^2} = 2,82 \text{ mm}$$

Ta lấy sai số gá đặt ở nguyên công thô $\varepsilon_{th} = 2,3$ mm; như vậy ta có lượng dư gia công thô:

$$2Z_{\text{thô min}} = 2(1,5 + \sqrt{2,85^2 + 2,3^2}) = 10,28 \text{ mm.}$$

Ta giả sử rằng độ mềm dẻo lớn nhất của trục không vượt quá 0,004μm/N, thì: $W_{ht} = W_m W_{Ph} = 0,1\mu m/N$

Khi gia công thô:

$$A = C_p S^y HB^n = 0,00027.2^{0,75}.2000^2 = 1815$$

(trong đó HB = 2000MPa)

Khi lấy lượng dư theo đường kính cho nguyên công gia công thô là 10,28 mm, ta có chiều sâu cắt t = 5,14 mm do đó:

$$\Delta_{\text{còn lại}} = 0,1.\ 1815\left[5,24^{0,9} - \left(5,14 - 2,82\right)^{0,9}\right] = 405\mu m$$

Hệ số chính xác khi gia công thô:

$$K_{ch.x} = 0,405 : 2,82 = 0,14$$

Lượng dư để gia công tinh:

$$2Z_{\text{tinh min}} = 2(R_{Z\,\text{thô}} + h_{\text{thô}} + \sqrt{\Delta^2_{\text{con lại}} + \varepsilon^2_{\text{tinh}}})$$

$$= 2(250 + 240 + \sqrt{450^2 + 230^2})$$

$$= 1912\ \mu m \approx 2{,}00\ mm$$

Lượng dư tổng cộng:

$$2Z_{0\,\text{mm}} = 10{,}28 + 2{,}00 = 12{,}28\ mm$$

Tính toán lượng dư danh nghĩa:

$$2Z_{0\,\text{danh nghĩa}} + 2Z_{0\,\text{mm}} + ei_{ph} - ei_{ch\,t} = 12{,}28 + 3 - 0{,}215 = 15{,}065\ mm$$

Kiểm tra: $Td_{ph} - Td_{ch\,t} = 2Z_{0\,max} - 2Z_{0\,mm} =$

$$= 6 - 0{,}215 = 19 - 13{,}215 = 5{,}785\ mm$$

Kết luận: việc tính toán lượng dư và các kích thước nguyên công như vậy là đúng.

Bảng 3-93. *Tính lượng dư và các kích thước gia công.*

Công nghệ gia công bề mặt	Lượng dư tính toán	Kích thước tính toán	Dung sai T_d µm	Kích thước giới hạn		Lượng dư thực tế	
				d_{max}	d_{min}	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
Phôi rèn		362.065	6000	369.0	363.0		
Tiện thô	18.28	351.785	23000	354.4	351.8	14.6	11.2
Tiện tinh	2,00	349.785	215 (230)	350.0	349.785	4.4	2.015
					Σ_i =	19.0	13.215

Chú thích: dung sai lấy theo cấp chính xác 10 thì có trị số 230, còn theo bản vẽ cho là 215.

7. Lượng dư gia công chung của phôi đúc.

a) Lượng dư gia công và sai lệch cho phép về kích thước và trọng lượng của các vật đúc bằng gang.

Lượng dư gia công được cho theo độ chính xác của vật đúc gồm ba cấp chính xác: I, II, và III.

Bảng 3-94. *Lượng dư gia công của vật đúc cấp chính xác cấp I (mm).*

Kích thước lớn nhất của chi tiết, mm	Vị trí bề mặt khi rót kim loại	Kích thước danh nghĩa, mm								
		≤ 50	>50 ÷ 120	>120 ÷ 260	>260 ÷ 500	>500 ÷ 800	>800 ÷ 1250	>1250 ÷ 2000	>2000 ÷ 3150	>3150 ÷ 5000
≤ 120	Trên	2,5	2,5							
	Dưới, bên cạnh	2,0	2,0							
>120 ÷ 260	Trên	2,5	3,0	3,0						
	Dưới, bên cạnh	2,0	2,5	2,5						
>260 ÷ 500	Trên	3,5	3,5	4,0	4,5					
	Dưới, bên cạnh	2,5	3,0	3,5	3,5					
>500 ÷ 800	Trên	4,5	4,5	5,0	5,5	5,5				
	Dưới, bên cạnh	3,5	3,5	4,0	4,5	4,5				
>800 ÷ 1250	Trên	5,0	5,0	6,0	6,5	7,0	7,0			
	Dưới, bên cạnh	3,5	4,0	4,5	4,5	5,0	5,0			
>1250 ÷ 2000	Trên	5,5	6,0	6,5	7,0	7,0	7,5	8,5		
	Dưới, bên cạnh	4,0	4,5	4,5	5,0	5,0	5,5	6,5		
>2000 ÷ 3150	Trên	6,0	6,5	6,5	7,5	8,0	8,5	9,5	11	
	Dưới, bên cạnh	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	8,0	
>3150 ÷ 5000	Trên	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	10	12	14
	Dưới, bên cạnh	4,5	5,0	5,0	5,5	6,0	6,5	7,5	9,0	11

Bảng 3-95. *Lượng dư gia công của vật đúc*

Kích thước lớn nhất của chi tiết, mm	Vị trí bề mặt khi rót kim loại	≤ 50	>50 ÷ 120	>120 ÷ 260	>260 ÷ 500	>500 ÷ 800	>800 ÷ 1250	>1250 ÷ 2000	>2000 ÷ 3150	>3150 ÷ 5000	>5000 ÷ 6300
≤ 120	Trên	3,5	4,0								
	Dưới, bên cạnh	2,5	3,0								
>120 ÷ 260	Trên	4,0	4,5	5,0							
	Dưới, bên cạnh	3,0	3,5	4,0							
>260 ÷ 500	Trên	4,5	5,0	6,0	6,5						
	Dưới, bên cạnh	3,5	4,0	4,5	5,0						
>500 ÷ 800	Trên	5,0	6,0	6,5	7,0	7,5					
	Dưới, bên cạnh	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5					
>800 ÷ 1250	Trên	6,0	7,0	7,0	7,5	8,0	8,5				
	Dưới, bên cạnh	4,0	5,0	5,0	5,5	5,5	6,5				
>1250 ÷ 2000	Trên	7,0	7,5	8,0	8,0	9,0	9,0	10,0			
	Dưới, bên cạnh	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	6,5	7,5			
>2000 ÷ 3150	Trên	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0	11,0	12,0		
	Dưới, bên cạnh	5,0	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,8	9,0		
>3150 ÷ 5000	Trên	7,5	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0	11,0	12,0		
	Dưới, bên cạnh	5,5	5,5	6,0	6,0	6,5	7,0	8,8	9,0		
>5000 ÷ 6300	Trên	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0
	Dưới, bên cạnh	5,5	6,0	6,0	7,0	7,5	8,0	9,0	10,0	11	12,0

Bảng 3-96. *Lượng dư gia công của vật đúc cấp chính xác cấp III (mm).*

Kích thước lớn nhất của chi tiết, mm	Vị trí bề mặt khi rót kim loại	Kích thước danh nghĩa, mm									
		≤ 120	>120 ÷ 260	>260 ÷ 500	>500 ÷ 800	>800 ÷ 1250	>1250 ÷ 2000	>2000 ÷ 3150	>3150 ÷ 5000	>5000 ÷ 6300	>6300 ÷ 10000
≤ 120	Trên	4,5									
	Dưới, bên cạnh	3,5									
>120 ÷ 260	Trên	5	5,5								
	Dưới, bên cạnh	4	4,5								
>260 ÷ 500	Trên	6	7	7							
	Dưới, bên cạnh	4,5	5	6							
>500 ÷ 800	Trên	7	7	8	9						
	Dưới, bên cạnh	5	5	6	7						
>800 ÷ 1250	Trên	7	8	8	9	10					
	Dưới, bên cạnh	5,5	6	6	7	7,5					
>1250 ÷ 2000	Trên	8	8	9	9	10	12				
	Dưới, bên cạnh	6	6	7	7	8	9				
>2000 ÷ 3150	Trên	9	9	10	11	12	12	14			
	Dưới, bên cạnh	7	7	8	9	9	9	10			
>3150 ÷ 5000	Trên	9	10	11	12	13	14	15	16		
	Dưới, bên cạnh	7	8	9	9	10	11	12	13		
>5000 ÷ 6300	Trên	9	10	11	12	13	14	16	18	20	
	Dưới, bên cạnh	7	8	9	9	10	11	13	15	17	
>6300 ÷10.000	Trên	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24
	Dưới, bên cạnh	7	8	9	10	11	13	15	17	19	21

Bảng 3-97. *Sai lệch cho phép theo kích thước của vật đúc cấp chính xác cấp I.*

Kích thước lớn nhất của vật đúc, mm	Kích thước danh nghĩa, mm								
	≤ 50	>50 ÷ 120	>120 ÷ 260	>260 ÷ 500	>500 ÷ 800	>800 ÷ 1250	>1250 ÷ 2000	>2000 ÷ 3150	>3150 ÷ 5000
	Sai lệch cho phép (±) mm								
≤ 120	0,2	0,3							
>120 ÷ 260	0,3	0,4	0,6						
>260 ÷ 500	0,4	0,6	0,8	1,0					
>500 ÷ 1250	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6			
1250 ÷ 3150	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	
>3150 ÷ 5000	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0

Bảng 3-98. *Sai lệch cho phép theo kích thước của vật đúc cấp chính xác cấp II.*

Kích thước lớn nhất của vật đúc, mm	Kích thước danh nghĩa, mm									
	≤ 50	>50 ÷ 120	>120 ÷ 260	>260 ÷ 500	>500 ÷ 800	>800 ÷ 1250	>1250 ÷ 2000	>2000 ÷ 3150	>3150 ÷ 5000	>3150 ÷ 5000
	Sai lệch cho phép (±) mm									
≤ 260	0,5	0,8	1,0							
>260 ÷ 500	0,8	1,0	1,2	1,5						
>500 ÷ 1250	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0				
>1250 ÷ 3150	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0		
>3150 ÷ 6300	1,5	1,8	2,2	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	9,0	12

Bảng 3-99. *Sai lệch cho phép theo kích thước của vật đúc cấp chính xác cấp III.*

Kích thước lớn nhất của vật đúc, mm	Kích thước danh nghĩa, mm										
	≤ 50	>50 ÷ 120	>120 ÷ 260	>260 ÷ 500	>500 ÷ 800	>800 ÷ 1250	>1250 ÷ 2000	>2000 ÷ 3150	>3150 ÷ 5000	>5050 ÷ 6300	>6300 ÷ 10000
	Sai lệch cho phép (±) mm										
≤ 500	1,0	1,5	2,0	2,5							
>500 ÷ 1250	1,2	1,8	2,2	3,0	4,0	5,0					
>1250 ÷ 3150	1,5	2,0	2,5	3,5	5,0	6,0	7,0	9,0			
>3150 ÷ 6300	1,8	2,2	3,0	4,0	5,5	6,5	8,0	10	12	15	
>6300 ÷ 10000	2,0	2,5	3,5	4,5	6,0	7,5	9,0	11	14	17	20

Bảng 3-100. *Sai lệch cho phép theo chiều dày của sườn và vách không được gia công.*

Kích thước lớn nhất của vật đúc, mm	Chiều dày của sườn và vách không được gia công, mm	Cấp chính xác		
		I	II	III
		Sai lệch cho phép (±) mm		
> 500	≤ 6	0,2	0,4	0,8
	> 6 ÷ 10	0,3	0,5	1,0
	> 10 ÷ 18	0,5	0,8	1,5
	> 18 ÷ 30	0,8	1,0	1,5
	> 30 ÷ 50	0,8	1,2	2,0
	> 50 ÷ 80	1,0	1,5	2,5
	> 80 ÷ 120	1,0	1,8	2,5
> 500 ÷ 1250	≤ 10	0,3	0,8	1,2
	> 10 ÷ 18	0,5	1,2	1,5
	> 18 ÷ 30	0,8	1,5	2,0
	> 30 ÷ 50	1,0	1,8	2,0
	> 50 ÷ 80	1,2	2,0	2,5
	> 80 ÷ 120	1,5	2,5	3,0
> 1250 ÷ 2500	≤ 10	0,5	1,2	1,5
	> 10 ÷ 18	0,8	1,5	2,0
	> 18 ÷ 30	1,0	2,0	2,5
	> 30 ÷ 50	1,2	2,5	3,0
	> 50 ÷ 80	1,8	2,5	3,0
	> 80 ÷ 120	2,0	3,0	3,5
> 2500 ÷ 4000	≤ 18	1,0	1,5	2,0
	> 18 ÷ 30	1,2	2,0	2,5
	> 30 ÷ 50	1,5	2,5	3,0
	> 50 ÷ 80	2,0	3,0	3,5
	> 80 ÷ 120	2,5	3,5	4,0
> 4000	≤ 18		2,0	3,0
	> 18 ÷ 30		2,5	3,5
	> 30 ÷ 50		3,0	4,0
	> 50 ÷ 80		3,5	4,5
	> 80 ÷ 120		4,0	5,0

1. Việc tăng hoặc giảm cục bộ chiều dày của sườn hoặc vách không được gia công của vật đúc được cho trong điều kiện kỹ thuật.
2. Theo yêu cầu của người đặt hàng cho phép tăng sai lệch dưới nhỏ giảm sai lệch trên.

Bảng 3-101. *Sai lệch cho phép theo trọng lượng của vật đúc.*

Trọng lượng danh nghĩa của vật đúc (kG)	Cấp chính xác		
	I	II	III
	Sai lệch cho phép %		
≤ 80	5	7	8
> 80 ÷ 500	4	6	7
> 500	3	5	6

1. Trọng lượng danh nghĩa của vật đúc là trọng lượng chi tiết và lượng dư gia công được xác định có liên quan đến công nghệ sản xuất và được chỉ ra trên bản vẽ vật đúc.
2. Sai lệch trên theo trọng lượng được chỉ ra ở bảng trên, còn sai lệch dưới của trọng lượng thì phải đảm bảo sao cho sai số về kích thước không bị hụt (âm).

b) Lượng dư gia công và sai lệch cho phép về kích thước và trọng lượng của vật đúc bằng thép.

+ Lượng dư gia công và các sai lệch cho phép về kích thước cũng như trọng lượng của vật đúc bằng thép được cho theo ba cấp chính xác đúc.

+ Cấp chính xác được chỉ ra trên bản vẽ vật đúc, tùy theo yêu cầu kỹ thuật của chi tiết cần chế tạo.

+ Khi tra cứu lượng dư gia công cho các bề mặt cần chú ý tới vị trí của bề mặt đó khi rót kim loại.

Bảng 3-102. *Lượng dư gia công của vật đúc bằng thép chính xác cấp I.*

Kích thước lớn nhất của vật đúc, mm	Vị trí bề mặt khi rót kim loại	Kích thước danh nghĩa, mm							
		≤ 120	>120 ÷ 260	>260 ÷ 500	>500 ÷ 800	>800 ÷ 1250	>1250 ÷ 2000	>2000 ÷ 3150	>3150 ÷ 5000
≤ 120	Trên	3,5							
	Dưới, cạnh	3							
>120 ÷ 260	Trên	4	5						
	Dưới, cạnh	3	3,5						
>260 ÷ 500	Trên	5	5	6					
	Dưới, cạnh	3	4	4					
>500 ÷ 800	Trên	5	6	7	7				
	Dưới, cạnh	4	4,5	5	5				
>800 ÷ 1250	Trên	7	7	8	8	9			
	Dưới, cạnh	5	5	6	6	6			
>1250 ÷ 2000	Trên	8	8	9	9	9	10		
	Dưới, cạnh	6	6	6	7	7	7		
>2000 ÷ 3150	Trên	9	9	10	10	11	12	12	
	Dưới, cạnh	7	7	7	8	8	8	9	
>3150 ÷ 5000	Trên	10	10	11	12	12	13	13	16
	Dưới, cạnh	8	8	8	8	9	9	10	12

Bảng 3-103. *Lượng dư gia công của vật đúc bằng thép chính xác cấp II.*

Kích thước lớn nhất của vật đúc, mm	Vị trí bề mặt khi rót kim loại	Kích thước danh nghĩa, mm								
		≤ 120	>120 ÷ 260	>260 ÷ 500	>500 ÷ 800	>800 ÷ 1250	>1250 ÷ 2000	>2000 ÷ 3150	>3150 ÷ 5000	>5000 ÷ 6300
≤ 120	Trên	4								
	Dưới, cạnh	4								
>120 ÷ 260	Trên	5	6							
	Dưới, cạnh	4	4							
>260 ÷ 500	Trên	6	7	7						
	Dưới, cạnh	5	5	6						
>500 ÷ 800	Trên	7	8	9	10					
	Dưới, cạnh	5	6	6	7					
>800 ÷ 1250	Trên	8	9	10	10	11				
	Dưới, cạnh	6	7	7	8	8				
>1250 ÷ 2000	Trên	9	10	10	11	12	13			
	Dưới, cạnh	7	7	8	8	9	9			
>2000 ÷ 3150	Trên	10	11	11	12	13	13	14		
	Dưới, cạnh	7	8	8	9	10	10	11		
>3150 ÷ 5000	Trên	10	11	12	13	13	13	14	16	
	Dưới, cạnh	8	8	9	9	10	10	11	13	
>5000 ÷ 6300	Trên	12	13	13	14	14	15	15	16	20
	Dưới, cạnh	9	9	10	10	11	11	12	14	16

Bảng 3-104. *Lượng dư gia công của vật đúc bằng thép chính xác cấp III.*

Kích thước lớn nhất của vật đúc, mm	Vị trí bề mặt khi rót kim loại	Kích thước danh nghĩa, mm									
		≤ 120	>120 ÷ 260	>260 ÷ 500	>500 ÷ 800	>800 ÷ 1250	>1250 ÷ 2000	>2000 ÷ 3150	>3150 ÷ 5000	>5000 ÷ 6300	>6300 ÷ 10000
≤ 120	Trên	5									
	Dưới, cạnh	4									
>120 ÷ 260	Trên	5	6								
	Dưới, cạnh	4	5								
>260 ÷ 500	Trên	6	8	9							
	Dưới, cạnh	5	6	6							
>500 ÷ 800	Trên	7	8	10	11						
	Dưới, cạnh	5	6	7	7						
>800 ÷ 1250	Trên	9	10	11	12	13					
	Dưới, cạnh	6	7	8	8	9					
>1250 ÷ 2000	Trên	10	11	12	13	14	16				
	Dưới, cạnh	7	8	9	9	10	11				
>2000 ÷ 3150	Trên	10	11	13	14	15	16	17			
	Dưới, cạnh	8	9	10	10	11	12	13			
>3150 ÷ 5000	Trên	12	13	14	15	16	17	18	20		
	Dưới, cạnh	9	10	11	11	12	13	14	16		
>5000 ÷ 6300	Trên		14	15	16	18	20	21	23	25	
	Dưới, cạnh		10	11	12	13	14	15	17	20	
>6300 ÷ 10000	Trên			16	18	20	22	23	25	28	33
	Dưới, cạnh			12	13	14	15	16	18	22	26

Bảng 3-105. *Sai lệch cho phép theo kích thước của vật đúc bằng thép chính xác cấp I.*

Kích thước lớn nhất của vật đúc, mm	Kích thước danh nghĩa, mm								
	≤ 50	>50 ÷ 120	>120 ÷ 260	>260 ÷ 500	>500 ÷ 800	>800 ÷ 1250	>1250 ÷ 2000	>2000 ÷ 3150	>3150 ÷ 5000
	Sai lệch cho phép (±) mm								
≤ 120	0,2	0,3							
>120 ÷ 260	0,3	0,4	0,6						
>260 ÷ 500	0,4	0,6	0,8	1,0					
>500 ÷ 1250	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6			
1250 ÷ 3150	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	
>3150 ÷ 5000	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0

Bảng 3-106. *Sai lệch cho phép theo kích thước của vật đúc bằng thép chính xác cấp II.*

Kích thước lớn nhất của vật đúc, mm	Kích thước danh nghĩa, mm									
	≤ 50	>50 ÷ 120	>120 ÷ 260	>260 ÷ 500	>500 ÷ 800	>800 ÷ 1250	>1250 ÷ 2000	>2000 ÷ 3150	>3150 ÷ 5000	>500 ÷ 5000
	Sai lệch cho phép (±) mm									
≤ 260	0,5	0,8	1,0							
>260 ÷ 500	0,8	1,0	1,2	1,5						
>500 ÷ 1250	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0				
>1250 ÷ 3150	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0		
>3150 ÷ 6300	1,5	1,8	2,2	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	9,0	12

Bảng 3-107. *Sai lệch cho phép theo kích thước của vật đúc bằng thép chính xác cấp III.*

Kích thước lớn nhất của vật đúc, mm	Kích thước danh nghĩa, mm										
	≤ 50	>50 ÷ 120	>120 ÷ 260	>260 ÷ 500	>500 ÷ 800	>800 ÷ 1250	>1250 ÷ 2000	>2000 ÷ 3150	>3150 ÷ 5000	>5000 ÷ 6300	>6300 ÷ 10000
	Sai lệch cho phép (±) mm										
≤ 500	1,0	1,5	2,0	2,5							
>500 ÷ 1250	1,2	1,8	2,2	3,0	4,0	5,0					
>1250 ÷ 3150	1,5	2,0	2,5	3,5	5,0	6,0	7,0	9,0			
>3150 ÷ 6300	1,8	2,2	3,0	4,0	5,5	6,5	8,0	10	12	15	
>6300 ÷ 10000	2,0	2,5	3,5	4,5	6,0	7,5	9,0	11	14	17	20

Bảng 3-108. *Sai lệch cho phép theo chiều dày của sườn và vách không được gia công.*

Kích thước lớn nhất của vật đúc. mm	Chiều dày của sườn và vách không được gia công. mm	Cấp chính xác		
		I	II	III
		Sai lệch cho phép (±) mm		
> 500	≤ 6	0,3	0,8	1,0
	> 6 ÷ 10	0,5	0,8	1,0
	> 10 ÷ 18	0,8	1,0	1,5
	> 18 ÷ 30	1,0	1,0	1,5
	> 30 ÷ 50	1,0	1,5	2,0
	> 50 ÷ 80	1,2	2,0	2,5
	> 80 ÷ 120	1,5	2,5	3,0
> 500 ÷ 1250	≤ 10	0,8	1,0	1,5
	> 10 ÷ 18	1,0	1,5	2,0
	> 18 ÷ 30	1,0	1,5	2,0
	> 30 ÷ 50	1,2	2,0	2,5
	> 50 ÷ 80	1,5	2,5	3,0
	> 80 ÷ 120	2,0	3,0	3,0
> 1250 ÷ 2500	≤ 10	1,0	1,5	1,5
	> 10 ÷ 18	1,0	2,0	2,0
	> 18 ÷ 30	1,5	2,0	2,5
	> 30 ÷ 50	1,5	2,5	3,0
	> 50 ÷ 80	2,0	3,0	3,5
	> 80 ÷ 120	2,5	3,5	4,0
> 2500 ÷ 4000	≤ 18	1,5	2,0	2,5
	> 18 ÷ 30	1,5	2,5	3,0
	> 30 ÷ 50	2,0	3,0	3,5
	> 50 ÷ 80	2,0	3,5	4,0
	> 80 ÷ 120	2,5	4,0	4,5
> 4000	≤ 18		2,0	2,5
	> 18 ÷ 30		2,5	3,0
	> 30 ÷ 50		3,5	4,0
	> 50 ÷ 80		4,0	5,0
	> 80 ÷ 120		4,5	6,0

1. Việc tăng hoặc giảm cục bộ chiều dày của sườn hoặc vách không được gia công của vật đúc được cho trong điều kiện kỹ thuật.
2. Theo yêu cầu của người đặt hàng cho phép tăng sai lệch dưới nhờ giảm sai lệch trên.

Bảng 3-109. *Sai lệch cho phép theo trọng lượng của vật đúc bằng thép.*

Trọng lượng danh nghĩa của vật đúc (kG)	Cấp chính xác		
	I	II	III
	Sai lệch cho phép %		
≤ 80	5	7	8
> 80 ÷ 500	4	6	7
> 500	3	5	6

1. Trọng lượng danh nghĩa của vật đúc là trọng lượng chi tiết và lượng dư gia công được xác định có liên quan đến công nghệ sản xuất và được chỉ ra trên bản vẽ vật đúc.
2. Sai lệch trên theo trọng lượng được chỉ ra ở bảng trên, còn sai lệch dưới của trọng lượng thì phải đảm bảo sao cho sai số về kích thước không bị hụt (âm).

Bảng 3-110. *Lượng dư gia công của vật đúc bằng gang và thép, được đúc trong khuôn kim loại.*

Kích thước vật đúc, mm		Lượng dư một phía, mm			Sai lệch lớn nhất (±), mm
Dài	Rộng hoặc đường kính	Mặt dưới hoặc mặt bên ngoài	Mặt bên trong	Mặt trên	
≤ 25	≤ 20	0,7	0,8	1,0	0,3 - 0,5
26 - 40	15 - 40	1,0	1,2	1,5	0,4 - 0,6
41 - 60	25 - 60	1,2	1,4	1,7	0,5 - 0,8
61 - 100	30 - 100	1,4	1,6	2,0	0,5 - 1,0
101 - 160	50 - 160	1,6	1,8	2,2	0,6 - 1,0
161 - 250	100 - 250	2,0	2,2	2,5	0,8 - 1,2
251 - 400	100 - 400	2,2	2,4	2,7	1,0 - 1,2
401 - 600	150 - 600	2,6	2,8	3,0	1,2 - 1,4
601 - 1000	200 - 1000	3,0	3,2	3,5	1,2 - 1,5
1001 - 1600	200 - 1600	3,2	3,4	4,0	1,2 - 1,5
Giá trị sai lệch nhỏ được dùng khi đúc trong các khuôn mà bề mặt của nó đã qua gia công cơ, còn các giá trị sai lệch lớn được dùng khi đúc trong các khuôn có các bề mặt không qua gia công cơ.					

c) Lượng dư gia công của các vật đúc bằng đồng - thiếc, đúc trong khuôn cát.

+ Làm khuôn bằng tay.

Bảng 3-111. *Lượng dư cho bề mặt dưới và bề mặt ngoài.*

L	Chiều rộng lớn nhất của vật đúc, mm.									
	≤ 75		> 75 ÷ 150		> 150 ÷ 250		> 250 ÷ 750		> 750	
	Chất lượng bề mặt yêu cầu cho theo R_z, µm									
	80:20	10:0,32	80:20	10:0,32	80:20	10:0,32	80:20	10:0,32	80:20	10:0,32
	Lượng dư một phía, mm									
≤ 75	2,5	3	-	-	-	-	-	-	-	-
76-150	3	3,5	3	3,5	-	-	-	-	-	-
151-250	3,5	4	3,5	4	4	4,5	-	-	-	-
251-500	4	4,5	4	4,5	4,5	5	5	5,5	-	-
501-1000	4,5	5	4,5	5	5	5,5	5,5	6,5	6	7
1001-1500	5	5,5	5	5,5	5,5	6	6	7	6,5	7,5
1501-2000	5,5	6	5,5	6	6	6,5	6,5	7,5	7	8
L- chiều dài lớn nhất của vật đúc, mm.										

Bảng 3-112. *Lượng dư cho mặt cạnh trong, mặt dưới và mặt trên.*

L	Chiều rộng lớn nhất của vật đúc, mm.									
	≤ 75		> 75 ÷ 150		> 150 ÷ 250		> 250 ÷ 750		> 750	
	Chất lượng bề mặt yêu cầu cho theo R_a, µm									
	80÷20	10÷0,32	80÷20	10÷0,32	80÷20	20÷0,32	80÷20	10÷0,32	80÷20	10÷0,32
	Lượng dư một phía, mm									
≤ 75	3	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-
76-150	3,5	4	3,5	4	-	-	-	-	-	-
151-250	4	4,5	4	4,5	4,5	5	-	-	-	-
251-500	4,5	5	4,5	5	5	5,5	5,5	6	-	-
501-1000	5	5,5	5	5,5	5,5	6	6	7	6,5	7,5
1001-1500	5,5	6	5,5	6	6	6,5	6,5	7,5	7	8
1501-2000	6	6,5	6	6,5	6,5	7	7	8	8	9
L- chiều dài lớn nhất của vật đúc, mm.										

Bảng 3-113. *Lượng dư cho bề mặt trên.*

L	Chiều rộng lớn nhất của vật đúc, mm.									
	≤ 75		> 75 ÷ 150		> 150 ÷ 250		> 250 ÷ 750		> 750	
	Chất lượng bề mặt yêu cầu cho theo R_a, µm									
	80÷20	10÷0,32	80÷20	10÷0,32	80÷20	20÷0,32	80÷20	10÷0,32	80÷20	10÷0,32
	Lượng dư cho một phía, mm									
≤ 75	3,5	4	-	-	-	-	-	-	-	-
76-150	4	4,5	4,5	5	-	-	-	-	-	-
151-250	4,5	5	5	5,5	5	5,5	-	-	-	-
251-500	5	5,5	5,5	6	6	6,5	7	7,5	-	-
501-1000	5,5	6	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5
1001-1500	6	6,5	6,5	7	8	8,5	9	9,5	10	10,5
1501-2000	6,5	7	7	7,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5
L- chiều dài lớn nhất của vật đúc, mm.										

+ Làm khuôn bằng máy.

- Lượng dư khi làm khuôn bằng máy được xác định bằng cách nhân giá trị lượng dư khi làm khuôn bằng tay tương ứng với hệ số 0,8.

- Lượng dư các vật đúc từng chiếc được xác định bằng cách cộng thêm vào giá trị lượng dư tương ứng một đại lượng là 1 mm.

d) Lượng dư gia công của các vật đúc bằng đồng vàng, đồng thau, nhận được trong khuôn cát.

Lượng dư gia công của các vật đúc bằng đồng vàng và đồng thau được xác định bằng cách nhân lượng dư gia công của vật đúc bằng đồng - thiếc với hệ số 1,5.

e) Lượng dư gia công của các vật đúc bằng hợp kim nhôm (alumin), đúc trong khuôn cát.

+ Làm khuôn bằng tay.

Bảng 3-114. *Lượng dư cho mặt dưới và mặt cạnh ngoài.*

L	Chiều rộng lớn nhất của vật đúc, mm.									
	≤ 75		> 75 ÷ 150		> 150 ÷ 250		> 250 ÷ 750		> 750	
	Chất lượng bề mặt yêu cầu cho theo R_a, µm									
	80÷20	10÷0,32	80÷20	10÷0,32	80÷20	10÷0,32	80÷20	10÷0,32	80÷20	10÷0,32
	Lượng dư cho một phía, mm									
≤ 75	3	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-
76-150	3,5	4	3,5	4	-	-	-	-	-	-
151-250	4	4,5	4	4,5	4,5	5	-	-	-	-
251-500	4,5	5	4,5	5	5	5,5	5,5	6	-	-
501-1000	5	5,5	5	5,5	5,5	6	6	7	6	7,5
1001-1500	5,5	6	5,5	6	6	6,5	6,5	7	7,5	8,5
1501-2000	6	6,5	6	6,5	6,5	7,5	7,5	8,5	8,5	9,5
L- chiều dài lớn nhất của vật đúc, mm.										

Bảng 3-115. *Lượng dư cho mặt cạnh, mặt dưới, mặt trên bên trong.*

L	Chiều rộng lớn nhất của vật đúc, mm.									
	≤ 75		> 75 ÷ 150		> 150 ÷ 250		> 250 ÷ 750		> 750	
	Chất lượng bề mặt yêu cầu cho theo R_a, µm									
	80÷20	10÷0,32	80÷20	10÷0,32	80÷20	10÷0,32	80÷20	10÷0,32	80÷20	10÷0,32
	Lượng dư cho một phía, mm									
≤ 75	3,5	4	-	-	-	-	-	-	-	-
76-150	4	4,5	4	4,5	-	-	-	-	-	-
151-250	4,5	5	4,5	5	5	5,5	-	-	-	-
251-500	5	5,5	5	5,5	5,5	6	6	6,5	-	-
501-1000	5,5	6	5,5	6	6	6,5	6,5	7,5	7	8
1001-1500	6	6,5	6	6,5	6,5	7	7	8	7,5	8,5
1501-2000	6,5	7	6,5	7	7	7,5	7,5	8,5	8	9
L- chiều dài lớn nhất của vật đúc, mm.										

Bảng 3-116. *Lượng dư cho bề mặt trên ở bên ngoài.*

L	Chiều rộng lớn nhất của vật đúc, mm.									
	≤ 75		> 75 ÷ 150		> 150 ÷ 250		> 250 ÷ 750		> 750	
	Chất lượng bề mặt yêu cầu cho theo R_a, µm									
	80÷20	10÷0,32	80÷20	10÷0,32	80÷20	10÷0,32	80÷20	10÷0,32	80÷20	10÷0,32
	Lượng dư cho một phía, mm									
≤ 75	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-
76-150	5	6	5	6	-	-	-	-	-	-
151-250	6	7	6	7	7	7,5	-	-	-	-
251-500	7	7,5	7	7,5	7,5	8	8	9	-	-
501-1000	7,5	8	7,5	8	8	9	9	10	10	11
1001-1500	8	9	8,5	9	9	10	10	11	11	12
1501-2000	9	10	9,5	10	10	11	11	12	12	13
L- chiều dài lớn nhất của vật đúc, mm.										

+ Làm khuôn bằng máy.

- Lượng dư khi làm khuôn bằng máy được xác định bằng cách nhân giá trị lượng dư khi làm khuôn bằng tay tương ứng với hệ số 0.8.

- Lượng dư các vật đúc từng chiếc được xác định bằng cách cộng thêm vào giá trị lượng dư tương ứng một đại lượng là 1 mm.

Bảng 3-117. *Lượng dư gia công của vật đúc bằng hợp kim màu, đúc trong khuôn kim loại.*

Kích thước vật đúc, mm	≤ 40	>40÷100	>100÷400	>400÷1000	>1000÷1600
Lượng dư về một phía, mm	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0

Bảng 3-118. *Lượng dư gia công của vật đúc bằng hợp kim màu, được đúc áp lực.*

Kích thước vật đúc, mm	≤ 40	>40÷100	>100÷250	>250÷400
Lượng dư về một phía, mm	0,3	0,5	0,7	1,0

8. Lượng dư gia công chung và các sai lệch của các phôi thép.

Chế tạo bằng phương pháp gia công biến dạng dẻo được cho kèm theo ở các bảng của các loại phôi đó.

(xem phần chế tạo phôi bằng phương pháp rèn, dập nóng và cán).

9. Lượng dư trung gian (lượng dư nguyên công).

Lượng dư gia công chung là tổng của các lượng dư trung gian, được chọn theo các bảng dựa trên các điều kiện sau:

- Lượng dư cần phải nhỏ nhất để giảm thời gian gia công và hạ giá thành.

- Lượng dư cần phải đủ, đặc biệt là các nguyên công gia công lần cuối và phải bảo đảm đạt được độ chính xác cũng như độ nhám bề mặt được cho trên bản vẽ.

- Lượng dư phải bao gồm cả trị số biến dạng khi gia công nhiệt để tránh tình trạng gây ra nhiều phế phẩm.

- Lượng dư phải được chọn sao cho phù hợp với phương pháp và hình thức gia công, phù hợp với thiết bị được chọn, với những biến dạng của chi tiết trong cả quá trình gia công.

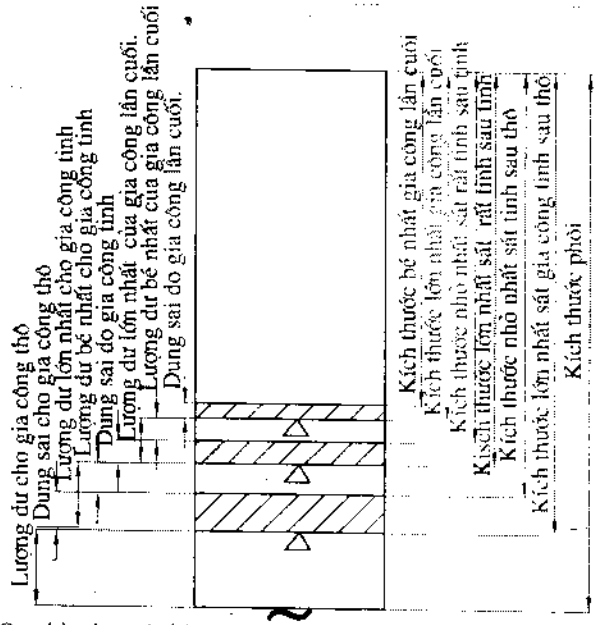
- Lượng dư cần được xác định theo kích thước gia công của chi tiết, kích thước chi tiết càng lớn, lượng dư càng lớn vì khả năng biến dạng vì điều kiện cắt, do ứng suất bên trong φ...v tăng lên theo kích thước của chi tiết.

Dung sai cho các nguyên công được chọn theo các bảng dưới đây xuất phát từ các điều kiện sau:

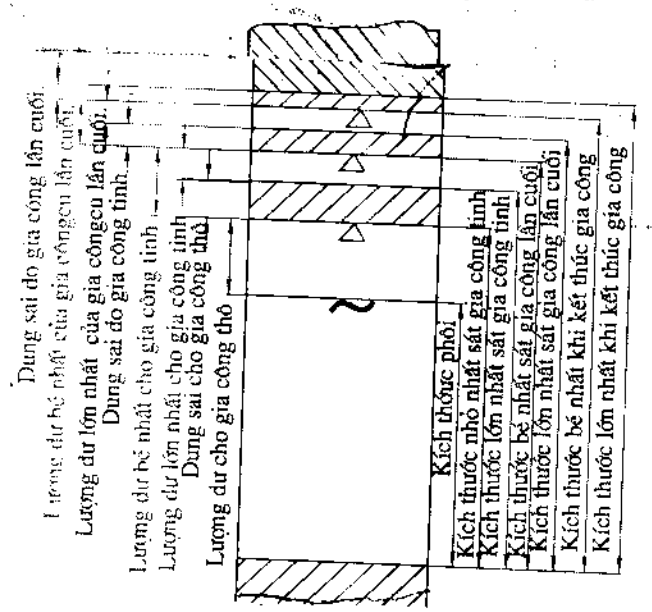
* Dung sai không được vượt quá độ chính xác gia công kinh tế.

* Dung sai cần phải được chọn theo kích thước của lượng dư tổng cộng vì giới hạn dung sai sẽ tạo ra lượng dư lớn nhất và bé nhất.

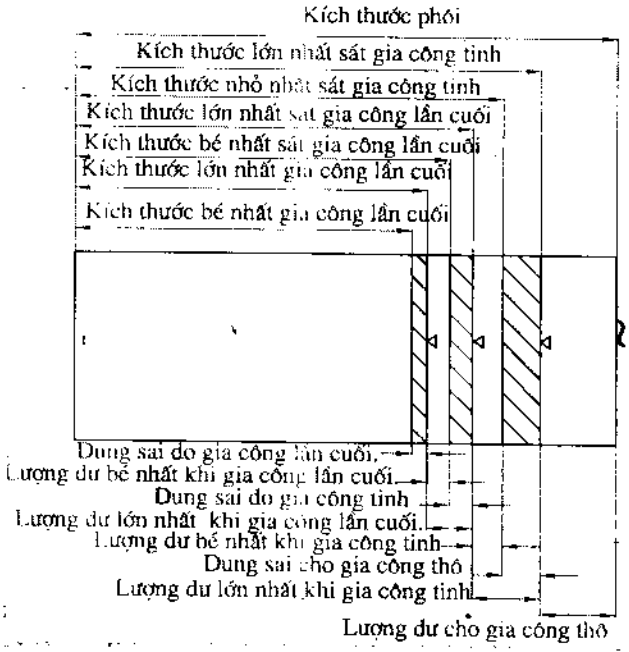
* Dung sai phải được chọn theo cấp chính xác cuối cùng của chi tiết.



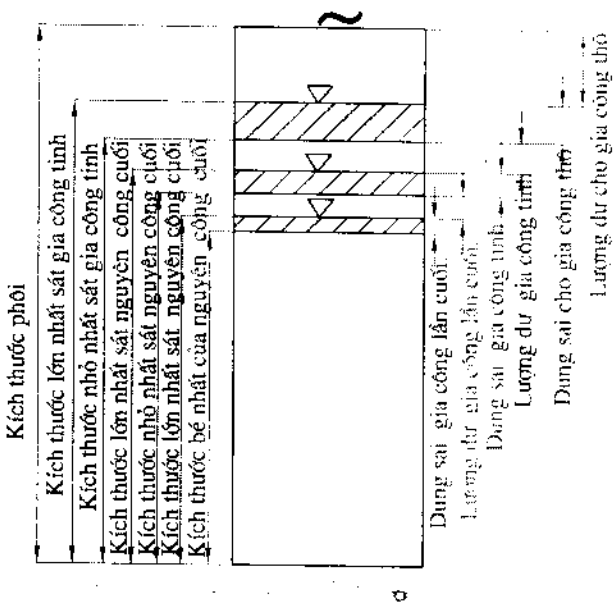
Hình 3-43. *Sơ đồ phân bố lượng dư qua các nguyên công khi gia công lỗ.*



Hình 3-44. *Sơ đồ phân bố lượng dư qua các nguyên công khi gia công trục.*



Hình 3-45. *Sơ đồ phân bố lượng dư qua các nguyên công khi gia công mặt đầu..*



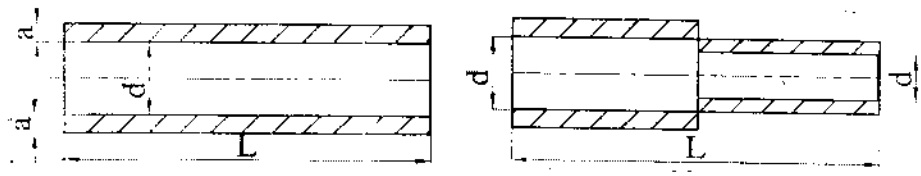
Hình 3-46. *Sơ đồ phân bố lượng dư qua các nguyên công khi gia công mặt phẳng.*

A. Gia công trục.

Bảng 3-119. *Các phương pháp gia công trục.*

Cấp chính xác của trục	Các phương pháp gia công
Cấp 12 ÷ 11	Tiện một lần
Cấp 10 ÷ 19	Tiện thô và tiện tinh trục dài, hoặc tiện một lần đối với chi tiết ngắn.
Cấp 8 ÷ 7	Tiện tinh mỏng sau khi gia công thô và bán tinh hoặc lô mài sau khi tiện thô.
Cấp 6 ÷ 5	Mài sau khi đã tiện thô, tiện tinh.
Cấp 4	Để đạt được chính xác cấp 4 hoặc cao hơn thì nguyên công hoàn thiện thường là tiện bằng dao kim cương hoặc là mài tinh mỏng lần cuối.

Bảng 3-120. *Lượng dư cho tiện tinh trục sau khi tiện thô.*



Đường kính trục d, mm	Chiều dài chi tiết gia công, mm						Δδ, mm
	≤ 100	>100 ÷250	>250 ÷500	>500 ÷800	>800 ÷1200	>1200 ÷2000	
	Lượng dư 2a cho đường kính, mm						
≤ 10	0,8	0,9	1,0	-	-	-	
> 10 ÷ 18	0,9	0,9	1,0	1,1	-	-	0,24
> 18 ÷ 30	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	-	0,28
> 30 ÷ 50	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	0,34
> 50 ÷ 80	1,1	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	0,4
> 80 ÷ 120	1,1	1,2	1,2	1,4	1,6	1,9	0,46
> 120 ÷ 180	1,2	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0	0,53
> 180 ÷ 260	1,3	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	0,6
> 260 ÷ 360	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	0,68
> 360 ÷ 500	1,4	1,5	1,5	1,7	1,9	2,2	0,76

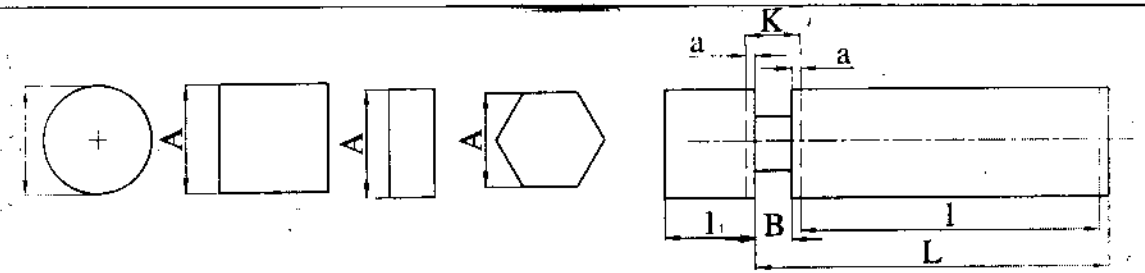
Chú thích:

Δδ- dung sai (-) cho gia công thô đạt cấp chính xác cấp 12 ÷ 11, mm.

1- đối với dạng sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ, lượng dư được xác định bằng cách lấy số liệu trong bảng nhân với hệ số K = 1,3 rồi sau đó quy tròn số phần trăm theo hướng tăng lên. Ví dụ: 1,1 × 1,3 = 1,43 thì lấy là 1,5. Khi đó dung sai của nguyên công gia công trước đó được lấy theo cấp chính xác 13 ÷ 14.

2- chiều dài tính toán của trục khi xác định lượng dư gia công được xác định theo bảng 3.123.

Bảng 3-121. *Lượng dư khi cắt đứt các thanh tròn và thanh định hình.*



Tiết diện phôi				Lượng dư, mm									Lượng thừa để kẹp vào mâm cặp, mm
				Khi cắt đứt, không gia công mặt đầu						Có gia công mặt đầu			
Tròn, vuông, chữ nhật, sáu cạnh, mm	Chữ I	Chữ ⊏	Góc	Cưa đĩa		Đĩa cắt	Máy tiện và máy revonve	Cắt hơi	Cắt cực dương cơ khí	Chiều dài tới 1 m	Chiều dài tới 5 m	Chiều dài hơn 5 m	
A	Số hiệu prôphil			D	B	l_1				$2l_1$			l_1
≤ 10	-	-	-	-	-	2,0	2	-	1	3	4	5	30
> 11 ÷ 20	-	-	2-5	275	4	2,5	2,5	-	1	4	5	7	40
> 21 ÷ 30	-	5-8	5-8	275	4	2,5	3	-	1	5	7	9	40
> 31 ÷ 80	10-12	8-10	8-12	275	5,5	2,5	5	5	2	7	8	10	60
> 81 ÷ 150	12-16	10-14	12-15	510	6,5	3	6	6	2	8	10	12	70
> 151 ÷ 200	16-20	14-18	15-20	660	7	3	8	7	-	9	10	12	80
> 201 ÷ 260	20-24	18-22	-	810	7,5	-	10	8	-	10	12	14	80
> 261 ÷ 300	24-28	22-24	-	910	9	-	12	10	-	10	12	14	90
> 301 ÷ 400	28-32	24-30	-	1200	10	-	14	-	-	12	12	14	90
> 401 ÷ 490	32-45	30-40	-	1500	11	-	16	-	-	6	12	16	100

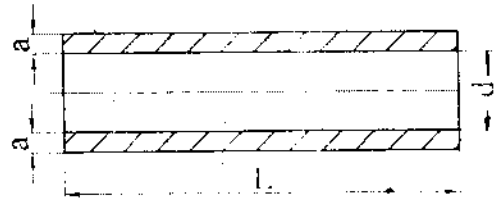
1- Lượng dư cho việc cắt đứt được tính bằng bề rộng của dụng cụ cắt và độ không thẳng của mặt cắt.

2- Chiều dài để cắt đứt cho một chi tiết là L = l + K; trong đó: K = (a + a) = a = (3 ÷ 5)^{mm}.

3- Chiều dài để cắt đứt cho một số chi tiết là L = C(l + K) - B; trong đó: C - số lượng chi tiết trong đoạn phôi cắt ra.

4- Đối với máy revonve và máy tự động thì chiều dài để cắt đứt của phôi cho một số chi tiết là L = C(l + K) - B + l_1; trong đó l_1 - chiều dài để kẹp chặt.

Bảng 3-122. *Lượng dư cho mài trục*



Đường kính trục, mm	Đặc điểm mài	Đặc tính trục	Chiều dài trục L, mm						ΔΔδ
			≤ 100	>100 ÷ 250	>250 ÷ 500	>500 ÷ 800	>800 ÷ 1200	>1200 ÷2000	
			Lượng dư 2a cho đường kính, mm						
> 10	Có tâm	Không tôi	0.2	0.2	0.3	-	-	-	0.1
		Có tôi	0.3	0.3	0.4	-	-	-	
	Vô tâm	Không tôi	0.2	0.2	0.2	-	-	-	
		Có tôi	0.3	0.3	0.4	-	-	-	
> 10 ÷ 18	Có tâm	Không tôi	0.2	0.3	0.3	0.3	-	-	0.12
		Có tôi	0.3	0.3	0.4	0.5	-	-	
	Vô tâm	Không tôi	0.2	0.2	0.2	0.3	-	-	
		Có tôi	0.3	0.3	0.4	0.5	-	-	
> 18 ÷ 30	Có tâm	Không tôi	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	-	0.14
		Có tôi	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	-	
	Vô tâm	Không tôi	0.3	0.3	0.3	0.3	-	-	
		Có tôi	0.3	0.4	0.4	0.5	-	-	
> 30 ÷ 50	Có tâm	Không tôi	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.17
		Có tôi	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	
	Vô tâm	Không tôi	0.3	0.3	0.3	0.4	-	-	
		Có tôi	0.4	0.4	0.5	0.5	-	-	
> 50 ÷ 80	Có tâm	Không tôi	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.2
		Có tôi	0.4	0.5	0.5	0.6	0.8	0.9	
	Vô tâm	Không tôi	0.3	0.3	0.3	0.4	-	-	
		Có tôi	0.4	0.5	0.5	0.6	-	-	

Đường kính trục, mm	Đặc điểm mài	Đặc tính trục	Chiều dài trục L, mm						Δδ
			≤ 100	>100 ÷ 250	>250 ÷ 500	>500 ÷ 800	>800 ÷ 1200	>1200 ÷2000	
			Lượng dư 2a cho đường kính, mm						
> 80 ÷ 120	Có tâm	Không tôi	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,23
		Có tôi	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,9	
	Vô tâm	Không tôi	0,4	0,4	0,4	0,5	-	-	
		Có tôi	0,5	0,5	0,6	0,7	-	-	
> 120 ÷ 180	Có tâm	Không tôi	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,26
		Có tôi	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
	Vô tâm	Không tôi	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	
		Có tôi	0,5	0,6	0,7	0,8	-	-	
> 180 ÷ 260	Có tâm	Không tôi	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,26
		Có tôi	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,1	
> 260 ÷ 360	Có tâm	Không tôi	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,34
		Có tôi	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	
> 360 ÷ 500	Có tâm	Không tôi	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	0,38
		Có tôi	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,2	

Chú thích: Δδ - dung sai, mm (-) gia công thô đạt cấp 9 ÷ 10.

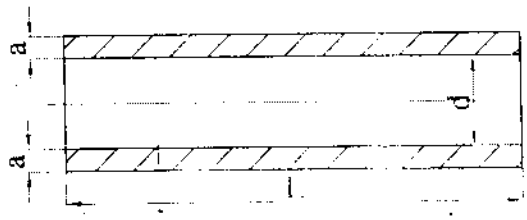
1- đối với dạng sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ, lượng dư được xác định bằng cách lấy số liệu trong bảng nhân với hệ số K = 1,2 rồi sau đó quy tròn số phần trăm theo hướng tăng lên. Ví dụ: 0,4 × 1,2 = 0,48 thì lấy là 0,5. Khi đó dung sai của nguyên công gia công trước đó được lấy theo cấp chính xác 9 ÷ 10.

2- chiều dài tính toán của trục khi xác định lượng dư gia công được xác định theo bảng 3.123.

Bảng 3-123. *Chiều dài tính toán của trục khi xác định lượng dư cho việc tiện tinh và mài.*

Đặc điểm gá đặt phôi khi gia công	Trục trơn	Trục bậc	
		Bậc gia công ở giữa trục	Bậc gia công ở đầu trục
Chống tâm hai đầu hoặc mâm cặp và chống tâm sau.	Toàn bộ chiều dài trục	Toàn bộ chiều dài trục	Bằng hai lần chiều dài khoảng cách lớn nhất từ đầu trục tới đầu cùng của bậc được gia công
Trong mâm cặp không có chống tâm sau.	Hai lần chiều dài của phần phôi nhô ra khỏi mâm cặp	Bằng hai lần chiều dài khoảng cách lớn nhất từ mặt đầu của phần được gia công tới vấu của mâm cặp.	

Bảng 3-124. *Lượng dư cho việc tiện tinh mỏng (tiện bằng dao kim cương) trục.*



Vật liệu gia công	Đường kính chi tiết gia công, mm	Lượng dư 2a cho theo đường kính, mm
Hợp kim nhẹ	≤ 100	0,3
	> 100	0,5
Đồng và gang	≤ 100	0,3
	> 100	0,4
Thép	≤ 100	0,2
	> 100	0,3

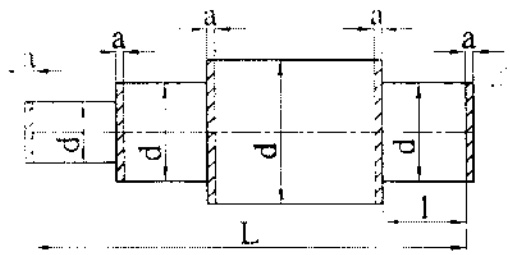
Chú thích:

1- Trong trường hợp dùng hai dao cắt thô và cắt tinh thì lượng dư để lại cho gia công tinh là 0,1 mm.

2- Sai lệch của nguyên công sát trước lấy theo cấp chính xác 7 ÷ 8.

3- Giá trị lượng dư trong bảng dùng cho chi tiết có chiều dài nhỏ hơn 3 lần đường kính.

Bảng 3-125. *Lượng dư cho việc tiệnmặt đầu.*



Đường kính của chi tiết gia công, mm	Chiều dài tổng của các chi tiết gia công, mm					
	≤ 18	>18 ÷ 50	>50 ÷ 120	>120 ÷ 260	>260 ÷ 500	>500
	Lượng dư a , mm					
≤ 30	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2
> 30 ÷ 50	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2
> 50 120	0,7	0,7	0,8	1,0	1,2	1,2
> 120 260	0,8	0,8	1,0	1,0	1,2	1,4
> 260 ÷ 500	1,0	1,0	1,2	1,2	1,4	1,5
> 500	1,2	1,2	1,4	1,4	1,5	1,7
Dung sai (-), mm cho chiều dài	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8

Bảng 3-126. *Lượng dư màimặt đầu.*

Đường kính của chi tiết gia công, mm	Chiều dài tổng của các chi tiết gia công, mm					
	≤ 18	>18 ÷ 50	>50 ÷ 120	>120 ÷ 260	>260 ÷ 500	>500
	Lượng dư a , mm					
≤ 30	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
> 30 ÷ 50	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
> 50 120	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
> 120 260	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7
> 260 ÷ 500	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8
> 500	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	
Dung sai (-), mm cho chiều dài	0,12	0,17	0,23	0,3	0,4	0,5

Chú thích:

1- Khi gia công trục thì lượng dư của các mặt đầu được lấy riêng cho từng mặt đầu căn cứ vào đường kính d và chiều dài L.

2- Dung sai được xác định theo kích thước đo được L.

Bảng 3-127. *Lượng dư để loại trừ lớp xêmentit.*

Chiều sâu lớp xêmentit		Khoảng kích thước mm		Bề mặt		Δδ (-) mm
				Tròn ngoài và tròn trong	Mặt đầu và mặt phẳng	
				Lượng dư, mm		
Trên	Tới	Trên	Tới	Theo đường kính	Theo một phía	
0.4	0,6	-	30	1,5	1	-
		30	50	1,7		0,34
		50	80			0.4
		80	120		1,2	0,46
		120	180			0,53
0,6	0,8	-	30	2,0		-
		30	50			0,34
		50	80			0.4
		80	120	2,2	1,5	0,46
		120	180			0,53
		180	260			0,6
0.8	1,1	-	30	2,5		-
		30	50	2,7		0,34
		50	80			0.4
		80	120			0,46
		120	180	3,0	1,7	0,53
		180	260			0,6
		260	360		2	0,68
		360	500			0,76
1,1	1.4	-	30	3,2	1,8	-
		30	50	2,7		0,34
		50	80			0.4
		80	120		2	0,46
		120	180			0,53
		180	260			0,6
		260	360	4	2,3	0,68
		360	500			0,76
1,4	1,8	-	30		2,2	-
		30	50			0,34
		50	80			0,4
		80	120	4,2	2,5	0,46
		120	180			0,53
		180	260			0,6
		260	360	4,5	2,7	0,68
		360	500			0,76

Chú thích: Δδ - Sai lệch giới hạn (-), mm theo cấp chính xác 11÷ 12.

Bảng 3-128. *Các phương pháp gia công lỗ trên máy khoan, dụng cụ được dẫn hướng qua bạc dẫn khi gia công lỗ có chiều dài tới năm lần đường kính ($L \leq 5D$).*

Cấp chính xác của lỗ	Đặc điểm của phôi	
	Vật liệu đặc	Có lỗ đúc hoặc dập nóng
Cấp 11÷12	Khoan bằng một mũi khoan	Tiện rộng hoặc khoét rộng
Cấp 9÷10	- Lỗ có đường kính tới 10 mm: Khoan bằng một mũi khoan; - Lỗ có đường kính trên 10 tới 30 mm: Khoan và khoét - Lỗ có đường kính trên 30 tới 80 mm: Khoan, khoan rộng và khoét hoặc khoan, tiện trong và khoét.	- Lỗ có đường kính tới 10 mm: Khoan thô và khoét tinh hoặc tiện trong thô và tiện tinh hoặc khoét hoặc doa một lươt (tùy theo lượng dư).
Cấp 7÷ 8	- Lỗ có đường kính tới 10 mm: Khoan và khoét; - Lỗ có đường kính trên 10 tới 30 mm: Khoan, khoét và doa - Lỗ có đường kính trên 30 tới 80 mm: Khoan, khoan rộng, khoét và doa hoặc khoan, tiện trong, khoét và doa.	- Lỗ có đường kính tới 80 mm: Khoét (một hoặc hai lượt tùy theo lượng dư) và doa hoặc tiện doabawfng dao tiện (một hoặc hai lượt tùy theo lượng dư) và doa .
Cấp 5÷ 6	- Lỗ có đường kính tới 10 mm: Khoan và khoét một hoặc hai lượt; - Lỗ có đường kính trên 10 tới 30 mm: Khoan, khoét và doa một hoặc hai lượt - Lỗ có đường kính trên 30 tới 80 mm: Khoan, khoan rộng, khoét và một hoặc hai lần doa.	- Lỗ có đường kính tới 80 mm: Khoét (một hoặc hai lượt tùy theo lượng dư) và một hoạc hai lắt doa, hoặc tiện trong (một hoặc hai lần tùy theo lượng dư) và một hoặc hai lắt doa.
Chú thích: khoét hoặc khoan rộng một lần được dùng khi lượng dư theo đường kính tới 4 mm đối với lỗ có đường kính tới 30 mm và tới 6 mm đối với lỗ có đường kính trên 30 tới 80 mm và một hoặc hai lần doa.		

Bảng 3-129. *Các phương pháp gia công lỗ trên máy khoan, dụng cụ được dẫn hướng qua bạc dẫn khi gia công lỗ có chiều dài tới ba lần đường kính ($L \leq 3D$).*

Cấp chính xác của lỗ	Đặc điểm của phôi	
	Vật liệu đặc	Có lỗ đúc hoạc dập nóng
Cấp 11÷12	Khoan bằng một mũi khoan	Tiệnlỗ hoặc khoét
Cấp 9÷10	- Lỗ có đường kính tới 10 mm: Khoan định tâm bằng mũi khoan tâm, sau khoan ruột gà; - Lỗ có đường kính trên 10 tới 30 mm: Khoan định tâm và khoan thường, tiếp theo là khoan rộng hoặc tiện trong hoặc khoét. - Lỗ có đường kính trên 30 tới 80 mm: Khoan định tâm và khoan thường, khoan rộng và khoét hoặc là khoan tâm khoan thường và tiện trong .	- Lỗ có đường kính tới 10 mm: Khoét một hoặc hai lần (tùy theo lượng dư) hoặc là khoan rộng một hoặc hai lần.

(tiếp bảng 3-129).

Cấp chính xác của lỗ	Đặc điểm của phôi	
	Vật liệu đặc	Có lỗ đúc hoặc dập nóng
Cấp 11÷12	Khoan bằng một mũi khoan	Tiệnlỗ hoặc khoét
Cấp 7÷ 8	- Lỗ có đường kính tới 10 mm: Khoan tâm, khoan thường và doa; - Lỗ có đường kính trên 10 tới 30 mm: Khoan, khoét và doa - Lỗ có đường kính trên 30 tới 80 mm: Khoan tâm, khoan thường, khoét và doa hoặc khoan tâm, khoan thường, khoan rộng (tiện rộng) và doa, hoặc khoan tâm, khoan thường, khoét hoạc tiện trong và mài, hoặc khoan tâm, khoan thường, và chuốt. - Lỗ có đường kính trên 30 tới 80 mm: Khoan tâm, khoan thường, khoan rộng, khoét và doa, hoặc khoan tâm, khoan thường, tiện rộng và doa, hoặc khoan tâm, khoan thường, tiện mài khoét, (hoặc khoét hoặc mài) hoạc khoan tâm, khoan thường, và chuốt.	Khoét và doa hoặc là khoan rộng lỗ thô và tinh (không doa) và mài, hoặc khoan rộng lỗ và chuốt.
Cấp 5÷ 6	- Lỗ có đường kính tới 10 mm: Khoan tâm, khoan thường doa thô và doa tinh; - Lỗ có đường kính trên 10 tới 30 mm: Khoan tâm, khoan thường, khoét (hoặc tiện trong) doa thô, doa tinh hoặc khoan tâm, khoan thường, tiện rộng (hoặc khoét) và mài, hoặc khoan tâm, khoan thường, và chuốt. - Lỗ có đường kính trên 30 tới 80 mm: Khoan tâm, khoan thường, khoan rộng, khoét doa thô và doa tinh, hoặc khoan tâm, khoan thường, tiện trong doa thô và doa tinh, hoặc khoan tâm, khoan thường, tiện trong (hoặc khoét) và mài hoặc khoan tâm, khoan thường, và chuốt.	- Lỗ có đường kính tới 80 mm: Khoét một hoặc hai lần (tùy theo lượng dư) doa thô, doa tinh hoặc một hoặc hai lần tiện trong (tùy theo lượng dư) doa thô, doa tinh, hoặc là khoét rộng và chuốt hoặc là khoét rộng thô và tinh rồi mài. - Lỗ có đường kính trện 80 mm: Tiện rộng lỗ thô và tinh rồi sau đó doa hoặc là khoét rộng lỗ thô, bán tinh và tinh, hoạc là khoét rộng lỗ thô và tinh rồi mài.
Cấp 4	Khi gia công lỗ chính xác cấp 4 thì nguyên công hoàn thiện cuối cùng có thể là tiện tinh mỏng bằng dao kim cương, tiện tinh mỏng bằng dao tiện thường được điều chỉnh đạt chính xác cao, mài tinh mỏng hoặc là mài khôn.	

Chú thích:

1- Khoan bằng mũi khoan tâm chỉ được thực hiện khi gia công trên máy tiện và máy tiện reevonve thông thường cũng như trên các máy tiện và máy tiện reevonve tự động.

2- Khoét và khoan rộng một lần được dùng khi lượng dư theo đường kính tới 4 mm đối với lỗ có đường kính tới 30 mm và tới 6 mm đối với lỗ có đường kính trên 30 tới 80 mm và một hoặc hai lát doa.

Bảng 3-130. *Gia công lỗ từ vật liệu đặc đạt chính xác cấp 5 ÷ 6 hệ lỗ.*
(cũ hệ lỗ A chính xác cấp 2)

Đường kính lỗ gia công, mm	Đường kính, mm					
	Mũi khoan		Sau khi tiện trong	Mũi khoét	Mũi doa thô	Mũi doa tinh chính xác cấp 5
	Lần 1	Lần 2				
3	2.9	-	-	-	-	3
4	3.9	-	-	-	-	4
5	4.8	-	-	-	-	5
6	5.8	-	-	-	-	6
8	7.8	-	-	-	-	8
10	9.8	-	-	-	7.96	10
12	11.0	-	-	-	9.96	12
13	12.0	-	-	11.85	11.95	13
14	13.0	-	-	12.85	12.95	14
15	14.0	-	-	13.85	13.95	15
16	15.0	-	-	14.85	14.95	16
18	17.0	-	-	15.85	15.95	18
20	18.0	-	-	17.85	17.94	20
22	20.0	-	-	19.8	19.94	22
24	22.0	-	19.8	21.8	21.94	24
25	23.0	-	21.8	23.8	23.94	25
26	24.0	-	23.8	24.8	24.94	26
28	26.0	-	24.8	25.8	25.94	28
30	15.0	28.0	25.8	27.8	27.94	30
32	15.0	30.0	27.8	29.8	29.93	32
35	20.0	33.0	29.8	31.75	31.93	35
38	20.0	36.0	31.7	34.75	34.93	38
40	25.0	38.0	34.7	37.75	37.93	40
42	25.0	40.0	37.7	39.75	39.93	42
45	25.0	43.0	39.7	41.75	41.93	45
48	25.0	46.0	41.7	44.75	44.93	48
50	25.0	48.0	44.7	47.75	47.93	50
60	30.0	55.0	49.7	49.75	49.93	60
70	30.0	65.0	59.5	59.5	59.9	70
80	30.0	75.0	69.5	69.5	69.9	80
90	30.0	80.0	79.5	79.5	79.9	90
100	30.0	80.0	89.3	-	89.8	100
120	30.0	80.0	99.3	-	99.8	120
140	30.0	80.0	119.3	-	119.8	140
160	30.0	80.0	139.3	-	139.8	160
180	30.0	80.0	159.3	-	159.8	180
			179.3	-	179.8	180

Chú thích:

1- Khi gia công lỗ có đường kính tới 15 mm vào vật liệu gang thì không dùng mũi khoét để làm rộng lỗ.

2- Khi khoan lỗ có đường kính tới 30 mm và 32 mm vào vật liệu gang ta dùng một mũi khoan theo đường kính 28 và 30 mm.

3- Khi gia công lần cuối lỗ bằng phương pháp mài thì đường kính sau khi khoét tinh được xác định theo số liệu ở bảng: " Lượng dư cho mài lỗ" (bang 3-138).

4- Khi gia công tinh lần cuối lỗ bằng phương pháp tiện tinh mỏng (tiện kim cương) thì đường kính sau khi tiện tinh được lấy theo số liệu ở bảng: " Lượng dư cho tiện tinh mỏng (kim cương) lỗ" (bảng 3-140).

5- Trong trường hợp chỉ dùng một mũi doa thì lượng dư lấy bằng tổng của cả doa thô và doa tinh được chỉ ra ở bảng 3-130.

6- Bắt đầu từ Φ 75 mm cùng với việc khoan bằng mũi khoan ruột gà người ta khoan bằng dao khoan răng mặt đầu.

Bảng 3-131. *Gia công lỗ từ vật liệu đặc đạt chính xác cấp 7 ÷ 8 hệ lỗ.*
(cũ hệ lỗ A chính xác cấp 3)

Đường kính lỗ gia công. mm	Đường kính. mm				
	Mũi khoan		Sau khi tiện trong	Mũi khoét	Mũi doa thô
	Lần 1	Lần 2			
3	2.9	-	-	-	3
4	3.9	-	-	-	4
5	4.8	-	-	-	5
6	5.8	-	-	-	6
8	7.8	-	-	-	8
10	9.8	-	-	-	10
12	11.8	-	-	-	12
13	12.8	-	-	-	13
14	13.8	-	-	-	14
15	14.8	-	-	-	15
16	15.8	-	-	15.85	16
18	17.0	-	-	17.85	18
20	18.0	-	19.8	19.8	20
22	20.0	-	21.8	21.8	22
24	22.0	-	23.8	23.8	24
25	23.0	-	24.8	24.8	25
26	24.0	-	25.8	25.8	26
28	26.0	-	27.8	27.8	28
30	15.0	28.0	29.8	29.8	30
32	15.0	30.0	31.7	31.75	32
35	20.0	33.0	34.7	34.75	35
38	20.0	36.0	37.7	37.75	38
40	25.0	38.0	39.7	39.75	40
42	25.0	40.0	41.7	41.75	42
45	25.0	43.0	44.7	44.75	45
48	25.0	46.0	47.7	47.75	48
50	25.0	48.0	49.7	49.75	50
60	30.0	55.0	59.5	-	60
70	30.0	65.0	69.5	-	70
80	30.0	75.0	79.5	-	80
90	30.0	80.0	89.3	-	90
100	30.0	80.0	99.3	-	100
120	30.0	80.0	119.3	-	120
140	30.0	80.0	139.3	-	140
160	30.0	80.0	159.3	-	160
180	30.0	80.0	179.3	-	180

Chú thích:

1- Khi khoan lỗ có đường kính tới 30 mm và 32 mm vào vật liệu gang ta dùng một mũi khoan theo đường kính 28 và 30 mm.

2- Khi gia công lần cuối lỗ bằng phương pháp mài thì đường kính sau khi khoét tinh (trước khi mài) được lấy theo bảng: " Lượng dư mài lỗ" (bảng 3-138).

3- Khi gia công lần cuối lỗ bằng phương pháp tiện tinh mỏng (tiện kim cương) thì đường kính lỗ sau khi khoét tinh (trước khi tiện mỏng) được lấy theo bảng: " Lượng dư tiện tinh mỏng (kim cương) lỗ" (bảng 3-140).

4- Bắt đầu từ Φ75 mm cùng với việc khoan bằng mũi khoan ruột gà người ta khoan bằng dao khoan răng mặt đầu.

Bảng 3-132. *Gia công các lỗ đúc hoặc dập nóng đạt chính xác từ cấp 5÷8 hệ lỗ.*

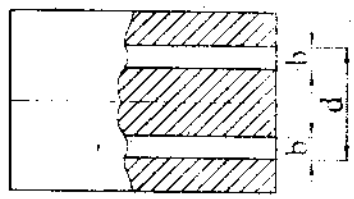
Đường kính lỗ gia công. mm	Đường kính. mm					Mũi doa tinh chính xác cấp 5 ÷ 7
	Khoét rộng thô		Khoét rộng tinh		Mũi doa thô	
	Lần 1	Lần 2	Đường kính sau khi khoét	Dung sai		
30	-	28.0	29.8	+0.14	29.93	30
32	-	30.0	31.7	+0.17	31,93	32
35	-	33.0	34.7	+0.17	34,93	35
38	-	36.0	37.7	+0.17	37,93	38
40	-	38.0	39.7	+0.17	39,93	40
42	-	40.0	41.7	+0.17	41,93	42
45	-	43.0	44.7	+0.17	44,93	45
48	-	46.0	47.7	+0.17	47,93	48
50	45	48.0	49.7	+0.17	49,93	50
52	47	50.0	51,5	+0.20	51,92	52
55	51	53.0	54,5	+0.20	54,92	55
58	54	56.0	57,5	+0.20	57,92	58
60	56	58.0	59,5	+0.20	50,92	60
62	58	60.0	61,5	+0.20	61,92	62
65	61	63.0	64,5	+0.20	64,92	65
68	64	66.0	67,5	+0.20	67,92	68
70	66	68.0	69,5	+0.20	69,9	70
72	68	70.0	71,5	+0.20	71,9	72
75	71	73.0	74,5	+0.20	74,9	75
78	74	76.0	77,5	+0.20	77,9	78
80	75	78.0	79,5	+0.20	79,9	80
82	77	80.0	81,3	+0.23	81,85	82
85	80	83.0	84,3	+0.23	84,85	85
88	83	86.0	87,3	+0.23	87,85	88
90	85	88.0	89,3	+0.23	89,85	90
92	87	90.0	91,3	+0.23	91,85	92
95	90	93.0	94,3	+0.23	94,85	95
98	93	96.0	97,3	+0.23	97,85	98
100	95	98.0	99,3	+0.23	99,85	100
105	100	103.0	104,3	+0.23	104,8	105
110	105	108.0	109,3	+0.23	109,8	110
115	110	113.0	114,3	+0.23	114,8	115
120	115	118.0	119,3	+0.23	119,8	120
125	120	123.0	124,3	+0.26	124,8	125
130	125	128.0	129,3	+0.26	129,8	130
135	130	133.0	134,3	+0.26	134,8	135
140	135	138.0	139,3	+0.26	139,8	140
145	140	143.0	144,3	+0.26	144,8	145
150	145	148.0	149,3	+0.26	149,8	150
155	150	153.0	154,3	+0.26	154,8	155
160	155	158.0	159,3	+0.26	159,8	160
165	160	163.0	164,3	+0.26	164,8	165
170	165	168.0	169,3	+0.26	169,8	170
175	170	173.0	174,3	+0.26	174,8	175
180	175	178.0	179,3	+0.26	179,8	180

(tiếp bảng 3-132).

Đường kính lỗ gia công, mm	Đường kính, mm					Mũi doa tinh chính xác cấp 5 ÷ 7
	Khoét rộng thô		Khoét rộng tinh		Mũi doa thô	
	Lần 1	Lần 2	Đường kính sau khi khoét	Dung sai		
185	180	183,0	184,3	+0,30	184,8	185
190	185	188,0	189,3	+0,30	189,8	190
195	190	193,0	194,3	+0,30	194,8	195
200	194	197,0	199,3	+0,30	199,8	200
210	204	207,0	209,3	+0,30	209,8	210
220	214	217,0	219,3	+0,30	219,8	220
250	244	247,0	249,3	+0,30	249,8	250
280	274	277,0	279,3	+0,34	279,8	280
300	294	297,0	299,3	+0,34	299,8	300
320	314	317,0	319,3	+0,34	319,8	320
350	342	347,0	349,3	+0,34	349,8	350
380	372	377,0	379,2	+0,38	379,75	380
400	392	397,0	399,2	+0,38	399,75	400
420	412	417,0	419,2	+0,38	419,75	420
450	442	447,0	449,2	+0,38	449,75	450
480	472	477,0	479,2	+0,38	479,2	480
500	492	497,0	499,2	+0,38	499,2	500

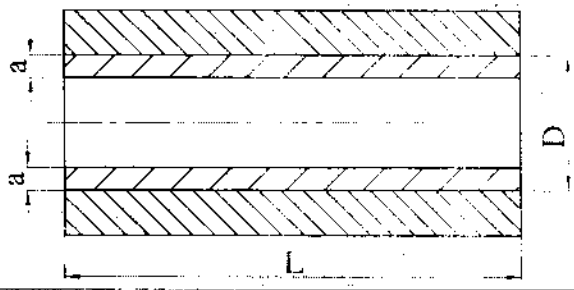
Chú thích:
1- Khi gia công lần cuối bằng phương pháp mài thì đường kính sau khi khoét tinh được xác định theo số liệu ở bảng: " Lượng dư cho mài lỗ" (bảng 3-138).
2- Khi gia công lần cuối lỗ bằng phương pháp tiện tinh mỏng (tiện kim cương) thì đường kính sau khi khoét tinh được lấy theo số liệu ở bảng: " Lượng dư cho tiện tinh mỏng (kim cương) lỗ" (bảng 3-140).
3- Lỗ có đường kính lớn hơn 500 mm việci xác định lượng dư nguyên công cưng giống như với đường kính 500 mm.
4- Khi gặp phải lượng dư đúc lớn hơn thì nguyên công khoét rộng thô đầu tiên được tiến hành theo hai hoặc nhiều lần chuyển dao.
5- Trong trường hợp chỉ dùng một mũi doa thì lượng dư của nó được lấy bằng tổng của cả doa thô và doa tinh được chỉ ra ở trong bảng đã có.

Bảng 3-133. *Lượng dư cho việc khoan lỗ sâu bằng dao khoan răng mặt đầu.*



Đường kính lỗ d, mm	Chiều rộng của vòng, mm
≤ 75 ÷ 125	20 - 25
126 ÷ 225	30 - 35
226 ÷ 275	38 - 42
> 275	42 - 48

Bảng 3-134. *Lượng dư để gia công lần cuối lỗ sâu sau khi khoan một phía.*



Đường kính lỗ D, mm	Chiều sâu lỗ L, mm tới							
	1000	2000	3000	5000	7000	10.000	15.000	20.000
	Lượng dư 2a cho đường kính, mm							
Các chi tiết có qua gia công nhiệt								
35-100	4	6	8	10	-	-	-	-
101-180	4	6	8	10	12	14	-	-
Trên 181	-	-	-	12	14	16	18	20
Các chi tiết không qua gia công nhiệt								
Đường kính lỗ D, mm	Chiều sâu lỗ L, mm tới							
	1000	2000	3000	5000	7000	10.000	15.000	20.000
	Lượng dư 2a cho đường kính, mm							
35-100	2	4	6	8	-	-	-	-
101-180	2	4	6	8	10	12	-	-
181-400	-	-	-	10	12	14	16	18

Lượng dư cho chuốt.

Bảng 3-135. *Chuốt lỗ có đường kính tới 80 mm.*

Chiều dài lỗ được chuốt, mm	Đường kính lỗ được chuốt, mm			
	10 - 18	19 - 30	31 - 50	51 - 80
	Lượng dư theo đường kính, mm			
6 - 10	0,2	0,3	-	-
11 -18	0,3	0,3	0,4	-
19 - 30	0,4	0,4	0,5	0,6
31 - 50	0,5	0,5	0,5	0,6
51 - 80	-	0,5	0,6	0,7
81 - 120	-	0,6	0,6	0,7
121 - 180	-	-	0,7	0,8

Chú thích:

1- Dung sai của lỗ trước khi chuốt cần đạt chính xác cấp 9 ÷ 10.

2- Khi chuốt các lỗ rèn, đường kính lỗ cần phải lấy theo đường kính của phần dẫn hướng trước của dao chuốt.

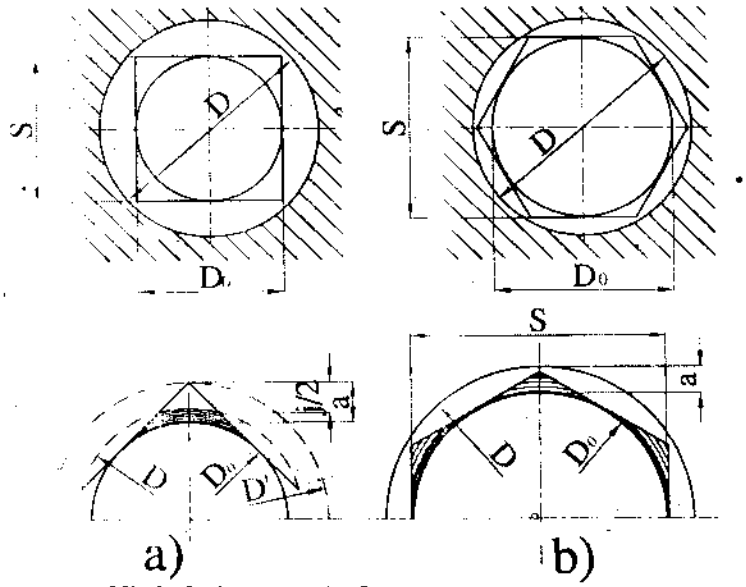
Bảng 3-136. *Chuốt lỗ có đường kính lớn hơn 80 mm bằng dao chuốt có phần cắt cải tiến.*

Đường kính lỗ được chuốt, mm	Chiều dài lỗ được chuốt, mm	Lượng dư theo đường kính, mm	Dung sai của lỗ trước khi chuốt (+), mm
80 - 12	4 - 3D	1.0	0.46
121 - 180	3 - 2.5D	1.2	0.53
181 - 260	2,5 - 1,5D	1.4	0.60
261 - 360	1.5 - 1D	1.6	0.68

Chú thích:
1- Trong bảng chỉ ra các giá trị lượng dư nhỏ nhất.
2- Dung sai của lỗ trước khi chuốt cần đạt cấp 11 ÷ 12.
3- Lượng dư được xác định theo điều kiện dùng dao chuốt có phần cắt cải tiến.
4- Khi chuốt các lỗ đúc hoặc dập nóng thì lượng dư cho chuốt được lấy bằng lượng dư của phôi (xem các bảng lượng dư phôi ở phần trên).

* Chuốt lỗ vuông và lỗ đa cạnh. (hình 3-47).

- Khi chuốt các lỗ vuông hoặc lỗ đa cạnh, ta xác định sơ bộ lỗ hình trụ D_0 nội tiếp trong hình vuông hoặc trong hình đa cạnh.



Hình 3-47. *Chuốt lỗ vuông a) và đa cạnh b).*

- Khi chuốt các đỉnh góc vuông của lỗ hình vuông, cho phép để lại góc tù có chiều cao *j* theo hai phía, cho phép lấy bằng 3 ÷ 5% đường kính vòng tròn nội tiếp D'.

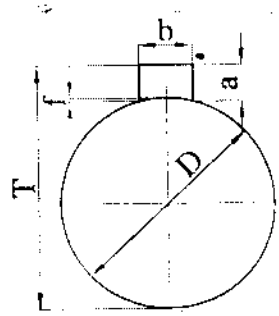
Lượng dư cho theo hai phía khi chuốt lỗ vuông có thể được xác định theo công thức sau:

$$2a = D - D_{0\,mm} = D' - j = D_0;\ \text{ở đây } j = 0{,}03 \div 0{,}05D'$$

- Khi chuốt lỗ sáu cạnh lượng dư theo hai phía có thể được xác định theo công thức:

$$2a = D - D_{ti} = D - S_{max}$$

* Chuốt rãnh then (hình 3-48).



Khi chuốt rãnh then lượng dư có thể xác định theo công thức:

$$a = T - D_{min} + f + 0,7\Delta P.$$

Trong đó:

f- được xác định theo công thức:

$$= 0,5\,D - \left(\sqrt{D^2 - b^2}\right)$$

Hình 3-48. *Chuốt rãnh then.*

Đối với một số rãnh then thường dùng, trị số f có thể lấy theo bảng dưới đây:

Bảng 3-137. *Các kích thước của rãnh then.*

b	D	f	b	D	f
4	11	0,38	12	37	1,00
	12	0,34		38	0,97
	14	0,29		40	0,92
				42	0,88
5	15	0,43	14	44	1,14
				45	1,12
	16	0,40		46	1,09
				48	1,04
	18	0,36			
6	19	0,49	16	50	1,32
	20	0,46		52	1,26
	22	0,42		55	1,19
	24	0,38			
8	25	0,66	18	58	1,43
	26	0,63		60	1,38
	28	0,59		62	1,34
	30	0,55		65	1,27
10	32	0,80	20	68	1,51
	34	0,75		70	1,46
	35	0,73		72	1,42
	36	0,71		75	1,36
				78	1,31

* Chuốt lỗ then hoa.

Khi chuốt lỗ then hoa thì kích thước lỗ hình trụ được gia công trước khi chuốt lấy bằng kích thước đường kính trong của lỗ then hoa.

Lượng dư chuốt có thể xác định theo công thức:

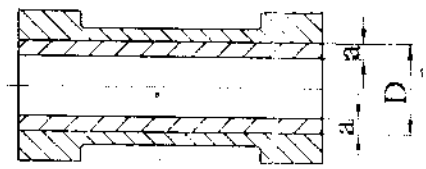
$$a = D_{ng} + D_{min} + 0,7\Delta P_{ng}$$

Trong đó D_{ng}- đường kính ngoài, mm.

D_{min}- đường kính nhỏ nhất của lỗ được chuốt, mm.

ΔP_{ng}- dung sai theo đường kính ngoài của lỗ then hoa.

Bảng 3-138. *Lượng dư mài lỗ.*



Đường kính lỗ d, mm	Đặc điểm của chi tiết	Chiều dài lỗ được mài, mm						Số (+) mm
		≤50	>50 ÷100	>100 ÷200	>200 ÷300	>300 ÷500		
		Lượng dư 2a cho đường kính, mm						
≤ 10	Chưa tôi	0,2	-	-	-			0,1
	Đã qua tôi	0,2	-	-	-			
>10÷18	Chưa tôi	0,2	0,3	-	-			0,12
	Đã qua tôi	0,3	0,4	-	-			
>18÷30	Chưa tôi	0,3	0,3	0,4	-			0,13
	Đã qua tôi	0,3	0,4	0,4	-			
>30÷50	Chưa tôi	0,3	0,3	0,4	0,4			0,17
	Đã qua tôi	0,4	0,4	0,4	0,5			
>50÷80	Chưa tôi	0,4	0,4	0,4	0,4			0,2
	Đã qua tôi	0,4	0,5	0,5	0,5			
>80÷120	Chưa tôi	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6		0,23
	Đã qua tôi	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7		
>120÷180	Chưa tôi	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6		0,26
	Đã qua tôi	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7		
>180÷260	Chưa tôi	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7		0,3
	Đã qua tôi	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8		
>260÷360	Chưa tôi	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8		0,34
	Đã qua tôi	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9		
>360÷500	Chưa tôi	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8		0,38
	Đã qua tôi	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9		

Chú thích: Số- dung sai, mm (+) của lỗ trước khi mài đạt cấp 9 ÷ 10.

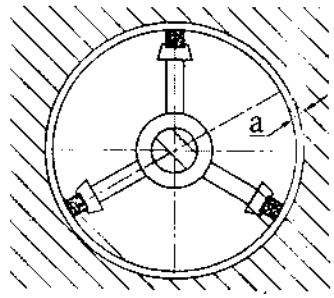
1- Khi gia công các bạc mỏng và các chi tiết có biến dạng nhiều khi nhiệt luyện, các giá trị cho trong bảng cần được nhân với hệ số K = 1,3.

2- Nếu các lỗ được gia công dùng làm chuẩn cho các nguyên công sau thì dung sai cần đạt chính xác cấp 5 ÷ 6.

3- Đối với dạng sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ thì lượng dư được xác định bằng cách nhân đại lượng cho trong bảng với hệ số K = 1,3 và quy tròn số lẻ hàng trăm.

Ví dụ: 0,3 · 1,3 = 0,39 - quy tròn là 0,4 mm.

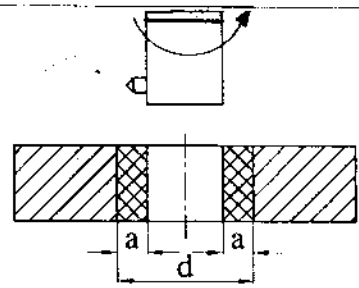
Bảng 3-139. *Lượng dư cho "mài khôn" lỗ.*



Đường kính được gia công d, mm	Lượng dư 2a cho theo đường kính, mm						Độ côn mm
	Sau tiện tinh mỏng		Sau doa tinh		Sau mài lỗ		
	Vật liệu được gia công						
	Gang	Thép	Gang	Thép	Gang	Thép	
≤50	0,09	0,06	0,09	0,7	0,08	0,05	-
>50 ÷80	0,1	0,7	0,1	0,08	0,09	0,05	0,03
>80 ÷120	0,11	0,08	0,11	0,09	0,1	0,06	0,035
>120 ÷180	0,12	0,09	0,12	-	0,11	0,07	0,04
>180 ÷260	0,12	0,09	-	-	0,12	0,08	0,045

Chú thích: Độ dung sai, mm (+) của lỗ trước khi "mài khôn" đạt cấp 5 ÷ 6.

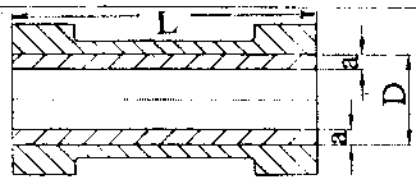
Bảng 3-140. *Lượng dư cho tiện tinh mỏng (tiện kim cương) lỗ.*



Đường kính được gia công d, mm	Vật liệu được gia công								Độ côn mm
	Hợp kim nhẹ		Bacbit		Đồng và gang		Thép		
	Đặc điểm gia công								
	Sơ bộ	Lần cuối	Sơ bộ	Lần cuối	Sơ bộ	Lần cuối	Sơ bộ	Lần cuối	
	Lượng dư 2a cho theo đường kính, mm								
≤30	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,045
31 ÷ 50	0,3	0,1	0,4	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,05
51 ÷ 80	0,4	0,1	0,5	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,06
81 ÷ 120	0,4	0,1	0,5	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,07
121 ÷ 180	0,5	0,1	0,6	0,2	0,4	0,1	0,3	0,1	0,08
181 ÷ 260	0,5	0,1	0,6	0,2	0,4	0,1	0,3	0,1	0,09
261 ÷ 360	0,5	0,1	0,6	0,2	0,4	0,1	0,3	0,1	0,1
361 ÷ 500	0,5	0,1	0,6	0,2	0,5	0,2	0,4	0,1	0,12
501 ÷ 640	-	-	-	-	0,5	0,2	0,4	0,1	0,14
641 ÷ 800	-	-	-	-	0,5	0,2	0,4	0,1	0,15
801 ÷ 1000	-	-	-	-	0,6	0,2	0,5	0,2	0,17

Chú thích: Độ dung sai, mm (+) của lỗ trước khi gia công đạt chính xác cấp 7 ÷ 8.
- Trong trường hợp chỉ tiện tinh mỏng một lần thì lượng dư tính bằng tổng cả hai lần: tiện sơ bộ và tiện lần cuối.

Bảng 3-141. *Lượng dư cho việc cạo lỗ.*

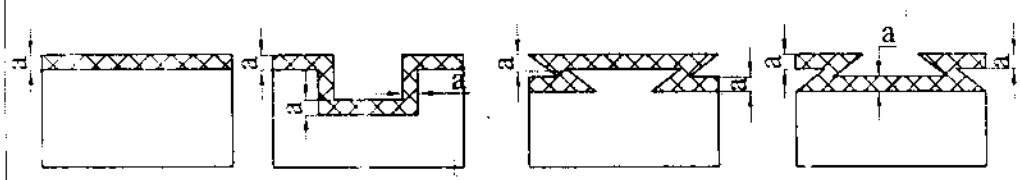


Đường kính lỗ d, mm	Chiều dài lỗ L, mm			
	≤ 100	>100 ÷ 200	>200 ÷ 300	>300
	Lượng dư 2a cho theo đường kính, mm			
≤ 80	0,05	0,08	0,12	
> 80 ÷ 180	0,10	0,15	0,20	0,30
> 180 ÷ 360	0,15	0,20	0,25	0,3
> 360	0,20	0,25	0,30	0,35

1- Cạo lỗ được thực hiện theo dung sai cuối cùng của lỗ, nhưng không cao hơn cấp 5.
2. Với các cặp ổ bi, khi cạo thì lượng dư được lấy theo kích thước của ổ bi lớn.
3- Lượng dư cho cạo được giới thiệu trong bảng dùng cho việc chế tạo ổ bi và các cho lắp ổ bi với điều kiện kỹ thuật là đồng tâm. Khi độ lệch tâm lớn thì các giá trị trong bảng cần phải tăng lên.

C- Gia công mặt phẳng.

Bảng 3-142. *Lượng dư gia công mặt phẳng.*



Đặc điểm của lượng dư	Chiều dài bề mặt được gia công, mm	Chiều rộng bề mặt được gia công, mm					
		≤ 100		> 100 ÷ 300		> 300 ÷ 1000	
		Lượng dư a	Dung sai (+)	Lượng dư a	Dung sai (+)	Lượng dư a	Dung sai (+)
Bào hoặc phay tinh sau khi gia công thô	≤ 300	1,0	0,3	1,5	0,5	2	0,7
	> 300 ÷ 1000	1,5	0,5	2	0,7	2,5	1,0
	> 1000 ÷ 2000	2	0,7	2,5	1,2	3	1,2
Mài sau khi gia công tinh, khi gá đặt chi tiết không cần hiệu chỉnh	≤ 300	0,3	0,1	0,4	0,12	-	
	> 300 ÷ 1000	0,4	0,12	0,5	0,15	0,6	0,15
	> 1000 ÷ 2000	0,5	0,15	0,6	0,15	0,7	0,15
Mài sau khi gia công tinh, khi gá đặt chi tiết vào đồ gá hoặc có hiệu chỉnh bằng đồng hồ so	≤ 300	0,2	0,1	0,25	0,12	-	
	> 300 ÷ 1000	0,25	0,12	0,3	0,15	0,4	0,15
	> 1000 ÷ 2000	0,3	0,15	0,4	0,15	0,4	0,15

(tiếp bảng 3-142).

Đặc điểm của lượng dư	Chiều dài bề mặt được gia công, mm	Chiều rộng bề mặt được gia công, mm					
		≤ 100		> 100 ÷ 30		> 300 ÷ 1000	
		Lượng dư *a*	Dung sai (+)	Lượng dư *a*	Dung sai (+)	Lượng dư *a*	Dung sai (+)
Cao	≤ 300	0.15	0.06	0.15	0.06	0.2	0.1
	> 300 ÷ 1000	0.2	0.1	0.2	0.1	0.25	0.12
	> 1000 ÷ 2000	0.25	0.12	0.25	0.12	0.3	0.15

Chú thích:

1- Lượng dư ở đây cho theo một phía.

2- Khi gia công đồng thời nhiều chi tiết thì chiều dài và chiều rộng được tính chung cho tất cả các vị trí gá đặt cùng với khe hở của chi tiết.

3- Lượng dư để lại cho bước cuối cùng khi bào hoặc phay tinh cần phải ≥ 0.5 mm.

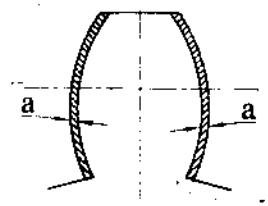
4- Lượng dư mài các chi tiết đã gia công nhiệt được xác định bằng cách nhân số liệu trong bảng với hệ số K = 1.2.

5- Lượng dư và dung sai cho mài và caođược dùng cho các bề mặt có dung sai giới hạn; còn các kích thước thông thường thì được gia công được gia công theo kích thước tự do.

6- Dung sai được xác định cho các kích thước đo được.

D- Gia công bánh răng, bánh vít, trụcvít và trục then hoa.

Bảng 3-143. *Lượng dư cho phay lăn răng hoặc xọc răng.*



Mô đun	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lượng dư 2a, mm	0,6	0,75	0,9	0,105	1,2	1,35	1,5	1,7	1,9	2,1	2,2

Bảng 3-144. *Lượng dư cho cà răng.*

≤ 50					50 - 100					100 - 200				
Mô đun														
2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
Lượng dư 2a, mm														
0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.09	0.1	0.11	0.12	0.14	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16

Bảng 3-145. *Lượng dư cho mài răng.*

Mô đun	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lượng dư 2a, mm	0,12	0,2	0,23	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,4	0,45	0,5

Bảng 3-146. *Lượng dư cho gia công tinh răng của các bánh răng xoắn và bánh răng hypoit.*

Modun	1.25 - 1.75	2.0 - 2.75	3.0 - 4.5	5.0 - 7.0	8.0 - 11.0	12.0 - 19.0	20 - 30
Lượng dư cho bề dày răng, mm	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0

Bảng 3-147. *Lượng dư mài răng của các bánh răng bằng thép được xêmentit, có đường kính vòng chia lớn hơn 400 mm.*

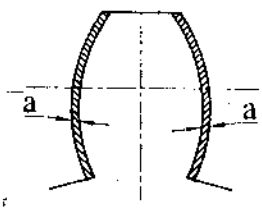
Môđun	Số răng					
	≥40÷50	>50 ÷ 75	>75÷100	>100÷150	>150 ÷ 200	>200
	Lượng dư 2a, mm					
>3 ÷ 5	-	-	-	0.45 - 0.6	0.5 - 0.7	0.6 - 0.8
>5 ÷ 7	-	-	0.45 - 0.6	0.5 - 0.7	0.6 - 0.8	-
>7 ÷ 10	-	0.45 - 0.6	0.5 - 0.7	0.6 - 0.8	-	-
>10 ÷ 12	0.45 - 0.6	0.5 - 0.7	0.6 - 0.8	-	-	-

Chú thích:

1- Giá trị lượng dư nhỏ dùng cho môđun và số răng nhỏ, giá trị lượng dư lớn dùng cho môđun và số răng lớn.

2- Khi chọn các giá trị lượng dư cần phải tính tới các đặc điểm và các biến dạng có thể khi gia công nhiệt theo các loại thép.

Bảng 3-148. *Lượng dư cho gia công tinh bánh răng côn.*

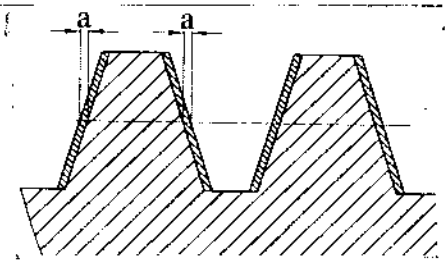


Mô đun	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lượng dư 2a, mm	0,5	0,57	0,65	0,72	0,8	0,87	0,93	1,0	1,07	1,5

Bảng 3-149. *Lượng dư cho gia công tinh bánh vít.*

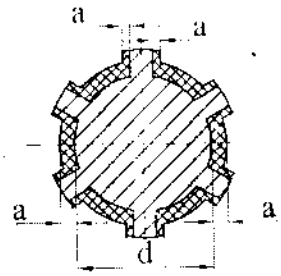
Mô đun	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lượng dư 2a, mm	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,3	2,6	3,0

Bảng 3-150. *Lượng dư cho gia công tinh trục vít.*



Môđun	Lượng dư 2a, mm	
	Cho cắt tinh sau khi đã qua phay thô	Cho mài các trục vít đã qua nhiệt luyện
≤2	0,7 - 0,8	0,2 - 0,3
>2÷3	1 - 1,2	0,3 - 0,4
>3÷5	1,2 - 1,4	0,4 - 0,5
>5÷7	1,4 - 1,6	0,5 - 0,6
>7÷10	1,6 - 1,8	0,6 - 0,7
>10÷12	1,8 - 2,0	0,7 - 0,8

Bảng 3-151. *Lượng dư cho gia công tinh then hoa.*

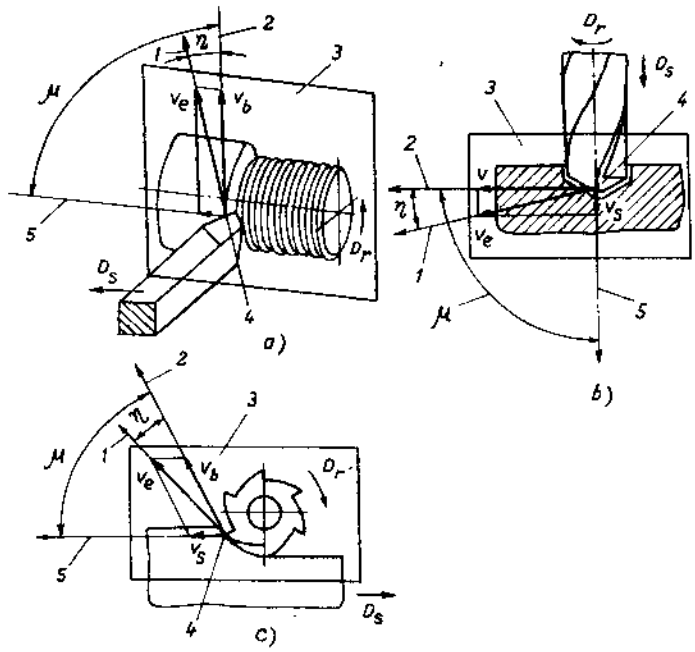


Đường kính danh nghĩa của trục then hoa, mm	Cho phay tinh then hoa			
	chiều dày then của trục then hoa, mm			
	≤ 100	>100÷200	>200÷350	>350÷500
	Lượng dư 2a cho chiều dày then và cho đường kính d, mm			
10 - 18	0,4 - 0,6	0,5 - 0,7	-	-
18 - 30	0,5 - 0,7	0,6 - 0,8	0,7 - 0,9	-
30 - 50	0,6 - 0,8	0,7 - 0,9	0,8 - 1,0	-
> 50	0,7 - 0,9	0,8 - 1,0	0,9 - 1,2	1,2 - 1,5
	Cho mài then hoa			
	Lượng dư 2a cho chiều dày then và cho đường kính d, mm			
10 - 18	0,1 - 0,2	0,2 - 0,3	-	-
18 - 30	0,1 - 0,2	0,2 - 0,3	0,2 - 0,4	-
30 - 50	0,2 - 0,3	0,2 - 0,4	0,3 - 0,5	-
> 50	0,2 - 0,4	0,3 - 0,5	0,3 - 0,5	0,4 - 0,6

CHƯƠNG IV. DỤNG CỤ CẮT.

I. Khái niệm chung.

Khi cắt gọt kim loại người ta chia ra hai dạng chuyển động cơ bản: chuyển động cắt chính D_r và chuyển động chạy dao D_s (hình 4-1).



Hình 4-1. *Các chuyển động trong quá trình cắt khi tiện (a), khoan(b) và khi phay (c) : 1-Hướng tốc độ cắt tổng hợp; 2- Hướng tốc độ chuyển động chính; 3-Mặt phẳng làm việc; 4-Điểm quan sát trên mép cắt; 5-Hướng của tốc độ chuyển động chạy dao.*

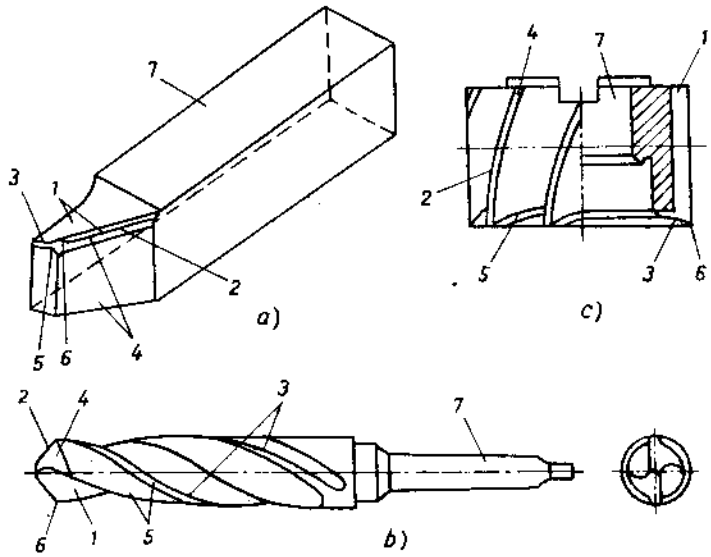
1. Các thông số hình học và cấu tạo của dụng cụ cắt.

Tất cả các dụng cụ cắt đều cấu tạo từ hai phần cơ bản: phần làm việc (chứa đựng lưỡi cắt và phần làm bóng - nếu cần thiết) và phần kẹp chặt, dùng để định vị và kẹp chặt dụng cụ cắt vào các đồ gá hoặc trang bị công nghệ (bao gồm kể cả các dạng như chuôi dao, lỗ lắp ghép v...v.).

Trên hình 4-2 chỉ rõ các bộ phận của dụng cụ cắt.

Tối ưu quá trình cắt gọt là xác định các trị số góc của dụng cụ theo tính chất cụ thể của vật liệu gia công, với tính bền của vật liệu dụng cụ, các chuyển động của phôi và của dụng cụ khi cắt gọt.

Người ta phân biệt các góc động của dụng cụ (xem bảng 4-1), được đo trong hệ thống toạ độ động (hệ thống toạ độ vuông góc tại điểm quan sát được đầu tiên của lưỡi cắt, hướng tương đối theo tốc độ cắt tổng hợp V_e) và các góc tĩnh của dụng cụ (bảng 4-1) được đo trong hệ thống toạ độ tĩnh (hệ thống toạ độ vuông góc tại điểm quan sát được đầu tiên của lưỡi cắt, hướng tương đối theo tốc độ cắt chính V_b).



Hình 4-2. *Các thành phần và cấu tạo của dụng cụ cắt.*
a)Dao tiện; b) Khoan; c) Phay:
1- mặt trước, 2- lưỡi cắt chính, 3- lưỡi cắt phụ,
4-mặt sau chính, 5- mặt sau phụ, 6- mũi dao (đỉnh dao),
7- phần kẹp chặt.

Bảng 4-1. *Các góc động và tĩnh của dụng cụ cắt.*

Góc	Định nghĩa
Các góc động (xem hình 4-3 ÷ 4-5)	
Góc sau chính động α_k	Góc nằm trên bề mặt cắt tuyến chính động P_{tk}, giữa mặt sau của lưỡi cắt và bề mặt cắt động*1 P_{nk}.
Góc trước chính động γ_k	Góc nằm trên bề mặt cắt tuyến chính động P_{tk}, giữa mặt trước của lưỡi cắt và bề mặt cơ sở (mặt đáy)*2 P_{vk}.
Góc nghiêng động của mép dao λ_k	Góc nằm trong mặt phẳng cắt động P_{nk}, giữa mép dao và mặt phẳng cơ sở (mặt đáy) động P_{vk}.
Góc động trong mặt phẳng nằm ngang φ_k*3	Góc nằm trong mặt phẳng cơ sở (mặt đáy) động P_{vk} giữa mặt cắt độngP_{pk} và bề mặt làm việc *4 P_s
Góc sắc động β_k	Góc nằm trên bề mặt cắt tuyến chính động P_{tk}, giữa mặt trước và sau của dao.
Các góc tĩnh (xem hình 4-3 ÷ 4-5)	
Góc sau chính tĩnh α_c	Góc nằm trên bề mặt cắt tuyến chính tĩnh P_{tc}, giữa mặt sau của dao và bề mặt cắt tĩnh*5 P_{nc}
Góc trước chính tĩnh γ_c	Góc nằm trên bề mặt cắt tuyến chính tĩnh P_{tc}, giữa mặt sau của dao và bề mặt cơ sở (mặt đáy) tĩnh P_{vc}
Góc nghiêng tĩnh của mép dao λ_c	Góc nằm trong mặt phẳng cắt tĩnh P_{nc}, giữa mép dao và mặt phẳng cơ sở (mặt đáy)tĩnh P_{vc}.

(tiếp bảng 4-1)

Các góc tĩnh (xem hình 4-3 ÷ 4-5)	
Góc động trong mặt phẳng nằm ngang φ_k*3	Góc nằm trong mặt phẳng cơ sở (mặt đáy)tĩnh P_{vc} giữa mặt cắt tĩnh P_{nc} và bề mặt làm việc P_s.
Góc sắc tĩnh	Góc nằm trên bề mặt cát tuyến chính tĩnh $P_{\tau c}$, giữa mặt trước và sau của dao.

Ghi chú: *1 - mặt cắt động P_{nk} - bề mặt toạ độ, tiếp xúc với mép cắt tại điểm đang xét và vuông góc với mặt cơ sở (đáy) động P_{vk}

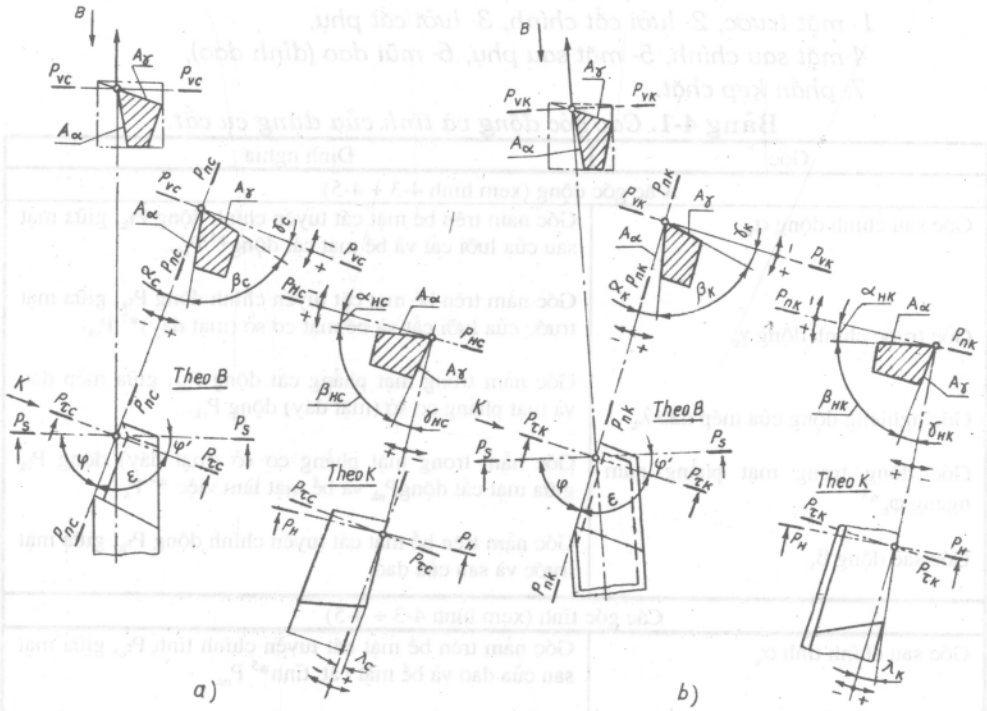
*2 - Mặt cơ sở (đáy) (tĩnh P_{vc} và động P_{vk}) - mặt toạ độ đi qua đỏm đang xét của mép cắt vuông góc với hướng tốc độ cắt chính hoặc là hướng của tốc độ tổng hợp tai chính điểm đó (tuỳ theo hệ tọa độ là tĩnh hay là động).

*3 - Trên hình 4-3 ÷ 4-5: góc φ.

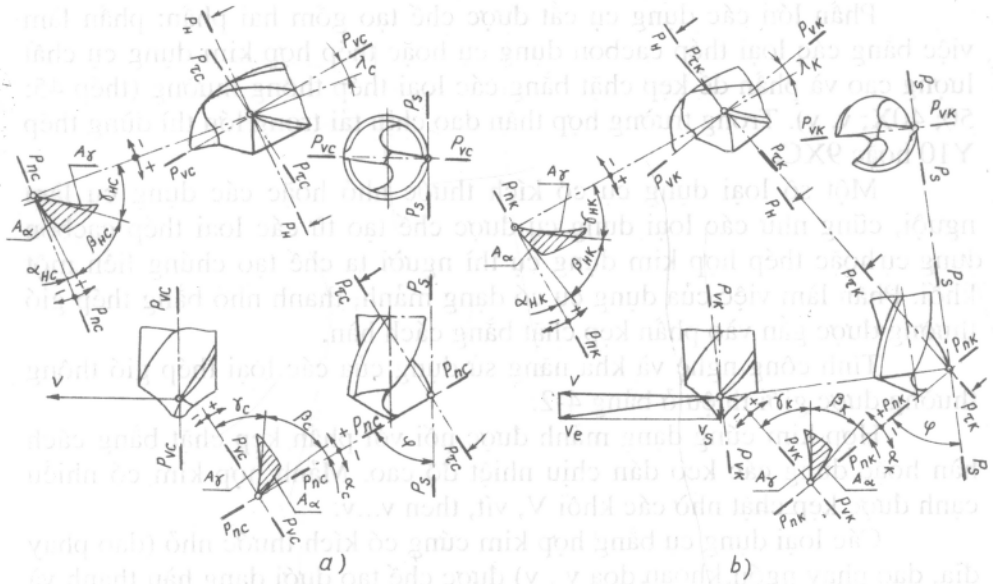
*4 - Bề mặt làm việc P_s - bề mặt trong đố chứa hướng của tốc độ chuyển động cắt chính và chuyển động chạy dao.

*5 - Mặt cắt tĩnh P_{nc} - mặt toạ độ , tiếp xúc với mép cắt tại điểm đang xét và vuông góc với mặt cơ sở (đáy) tĩnh P_{vc}.

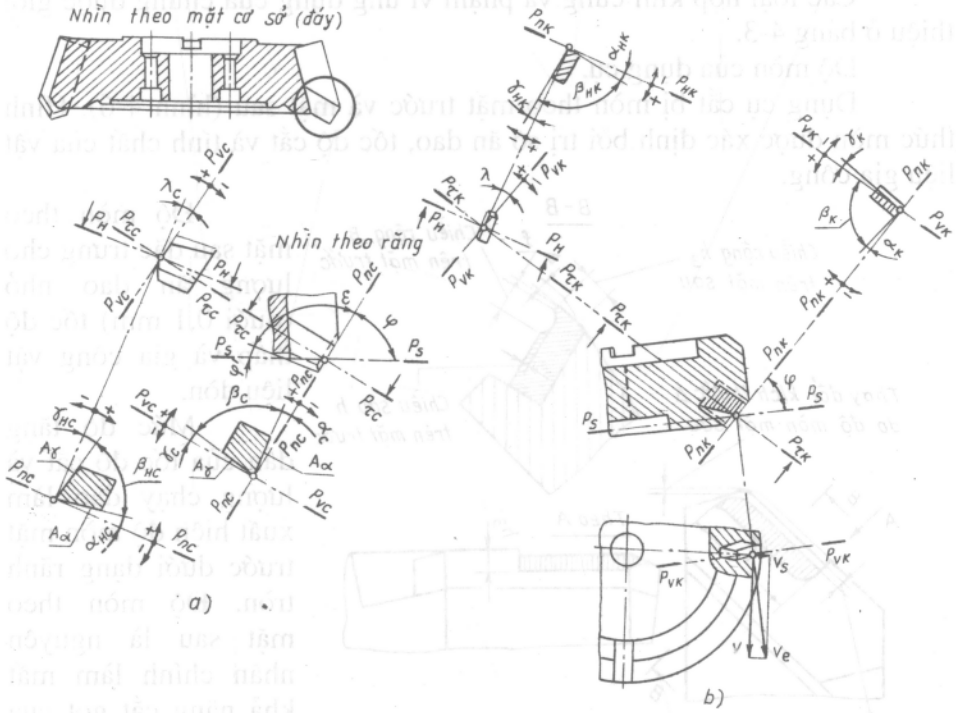
Chú ý rằng trong các phần tiếp theo của chương " Dụng cụ cắt", đối với tất cả các dạng gia công, các trị số góc tĩnh của dụng cụ được giới thiệu, đã tính đến sự thay đổi các giá trị của chúng trong quá trình chuyển động làm việc.



Hình 4-3. *Các thông số hình học chính trong hệ toạ độ:*
a) Tĩnh; b) Động.



Hình 4-4. *Các thông số hình học chính của mũi khoan xoắn vít (ruột gà) , trong hệ toạ độ: a) Tĩnh; b) Động*



Hình 4-5. *Các thông số hình học chính của dao phay mặt đầu:*
a) Răng chắp trong hệ toạ độ tĩnh;
b) Gắn mảnh hợp kim vuông trong hệ toạ độ động

2. các vật liệu chế tạo dụng cụ và phạm vi sử dụng.

Phần lớn các dụng cụ cắt được chế tạo gồm hai phần: phần làm việc bằng các loại thép cacbon dụng cụ hoặc thép hợp kim dụng cụ chất lượng cao và phần để kẹp chặt bằng các loại thép thông thường (thép 45; 50; 40X; v. v). Trong trường hợp thân dao chịu tải trọng lớn thì dùng thép Y10 hoặc 9XC.

Một số loại dụng cụ có kích thước nhỏ hoặc các dụng cụ làm nguội, cũng như các loại dụng cụ được chế tạo từ các loại thép cacbon dụng cụ hoặc thép hợp kim dụng cụ thì người ta chế tạo chúng liền một khối. Phần làm việc của dụng cụ có dạng mảnh, thanh nhỏ bằng thép gió thường được gắn vào phần kẹp chặt bằng cách hàn.

Tính công nghệ và khả năng sử dụng của các loại thép gió thông thường được giới thiệu ở bảng 4-2.

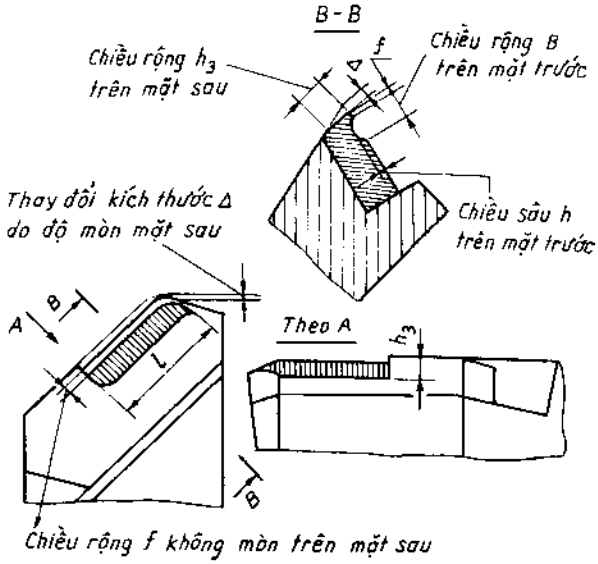
Hợp kim cứng dạng mảnh được nối với phần kẹp chặt bằng cách hàn hoặc dùng các keo dán chịu nhiệt độ cao. Mảnh hợp kim có nhiều cạnh được kẹp chặt nhờ các khối V, vít, then v...v.

Các loại dụng cụ bằng hợp kim cứng có kích thước nhỏ (dao phay đĩa, dao phay ngón, khoan, doa v . v) được chế tạo dưới dạng hàn thanh và vành hợp kim cứng vào phần chuôi hoặc được chế tạo toàn bộ bằng hợp kim cứng.

Các loại hợp kim cứng và phạm vi ứng dụng của chúng được giới thiệu ở bảng 4-3.

Độ mòn của dụng cụ.

Dụng cụ cắt bị mòn theo mặt trước và mặt sau (hình 4-6). Hình thức mòn được xác định bởi trị số ăn dao, tốc độ cắt và tính chất của vật liệu gia công.



Hình 4-6. *Sơ đồ mòn của dao.*

Độ mòn theo mặt sau đặc trưng cho lượng ăn dao nhỏ (dưới 0,1 mm) tốc độ thấp và gia công vật liệu dòn.

Mức độ tăng dần của tốc độ cắt và lượng chạy dao làm xuất hiện độ mòn mặt trước dưới dạng rãnh tròn. Độ mòn theo mặt sau là nguyên nhân chính làm mất khả năng cắt gọt của dụng cụ. Người ta coi chiều dầy lớn nhất h_3 của diện tích mòn là

chỉ tiêu mòn mặt sau.

Người ta xác định tiêu chuẩn mòn của dao nhờ đại lượng h_3. Việc gia công tinh bằng dụng cụ định kích thước sẽ bị dừng lại nếu trên bề mặt gia công không đáp ứng được các yêu cầu về độ bóng và độ chính xác, tức là vượt quá tiêu chuẩn mòn dao.

Trị số mòn cho phép và các tiêu chuẩn tiêu hao dụng cụ được giới thiệu chung ở phần chế độ cắt.

Bảng 4-2. *Chọn mác thép gió cho các loại dụng cụ cắt khác nhau*

Mác thép	Độ bền, độ chịu mòn	Tính mỏi	Phạm vi áp dụng
P18	Độ bền trung bình, độ chịu mòn tương đối cao khi tốc độ cắt trung bình và nhỏ, khoảng nhiệt độ tôi rộng	Trung bình	Tất cả các loại dụng cụ cắt để gia công các loại vật liệu thông thường trong điều kiện tải trọng động
P9	Độ bền trung bình, độ chịu mòn tương đối cao khi tốc độ cắt trung bình và tương đối cao, khoảng nhiệt độ tôi hợp lý, hẹp hơn, tính dẻo cao hơn khi chịu biến dạng nhiệt.	Thấp hơn so với P18	Các loại dụng cụ có kết cấu đơn giản cùng với bề mặt được mà nhỏ (dao tiện, khoan, khoét v...v.)để gia công các loại vật liệu thông thường.
P6M5	Độ bền khá, khoảng nhiệt độ tôi hợp lý hẹp hơn so với P18, có khuynh hướng thoát cacbon và cháy, tỷ lệ môlipđen tương đối cao.	Trung bình	Giống như P18
P14Ф4 P9Ф5	Độ chịu mòn khá khi cắt ở chế độ trung bình và thấp	Thấp, được mài trên đá enbo	Các loại dụng cụ cắt gọt tiết diện phoi không lớn, gia công các vật liệu có tính chất hạt khi ở trong điều kiện nung nóng bình thường mép cắt.
P18K5Ф2 P9M4K5 P6M5K5	Độ cứng lần thứ hai (thứ cấp) và độ chịu mòn tương đối cao.	Thấp ,tốt hơn tính mài của P14 Ф4 dùng cho đá mài enbo.	Các loại dụng cụ gia công các loại thép có độ bền cao, độ bền chống gỉ, thép chịu nhiệt và thép hợp kim trong điều kiện nung nóng tương đối cao mép cắt.
P10K5Ф5	Độ cứng lần thứ hai khá (thứ cấp) và độ chịu mòn cao.	Thấp, được mài trên đá enbo	Các loại dụng cụ có kết cấu đơn giản cùng với bề mặt được mà nhỏ (dao tiện, khoan, khoét v...v.)để gia công các loại thép có độ bền cao, thép chống gỉ, thép chịu nhiệt và thép hợp kim, các vật liệu có tính chất hạt, trong điều kiện nung nóng mép cắt tương đối cao
P9K5	Độ cứng lần thứ hai tương đối cao	Thấp gần với thép P9	Các loại dụng cụ gia công các loại thép và thép hợp kim có độ cứng cao và độ dai và thuận lợi khi làm việc có va đập
P9K10	Độ cứng lần thứ hai tương đối cao (độ dai chống va đập thấp)		Các loại dụng cụ để gia công các bề mặt có khối lượng mài nhỏ, các loại thép và thép hợp kim có độ cứng và độ dai chống va đập tương đối cao, độ bền chống gỉ và độ bền chịu nhiệt.

Bảng 4-3. *Chọn hợp kim cứng cho các dạng gia công cắt gọt.*

Hình thức và đặc điểm gia công	Mác hợp kim cứng khi gia công các vật liệu								
	Thép cacbon thép hợp kim	Vật liệu khó gia công	Thép không gỉ	Thép qua tôi	Titan và hợp kim titan	Gang		Kim loại mầu và hợp kim của chúng	Vật liệu phi kim loại
						HB 240	HB 400-700		
Tiện bóc vỏ và vẩy sắt khi tiết diện cắt không bằng phẳng và cắt gián đoạn có va đập	T5K10 T5K12 BK8 BK8B	T5K12 T7K12 BK8 BK8B	T5K12 BK8B BK8		BK8 BK8B	BK8 BK8B BK4	BK8 BK8B	BK4 BK6 BK8	
Tiện bóc vỏ khi tiết diện cắt không bằng phẳng và cắt không gián đoạn (liên tục)	T14K8 T5K10	BK4 BK8 BK8B	BK4 BK8		BK4	BK4 BK8 BK6	BK6M BK4	BK4 BK6	
Tiện bóc vỏ khi tiết diện cắt tương đối bằng phẳng và cắt không gián đoạn (liên tục)	T15K6 T14K8	T5K10 BK4 BK8	BK6M BK4		BK8	BK4 BK8	BK6M BK3	BK3 BK3M BK4	BK4
Tiện bán tinh và tinh khi cắt liên tục	T15K6 T14K8 T5K10	BK4 BK8 BK8B	BK4 BK8	T5K10 BK4 BK8	BK4	BK4 BK6 BK8	BK6M	BK3 BK3M BK4	
Tiện tinh khi cắt liên tục	T30K4 T15K6		BK6M	T14K8 T5K10 BK4	BK4	BK3 BK3M BK4	BK6M BK3	BK3 BK3M BK4	BK3 BK3M BK4
Tiện tinh xác khi cắt liên tục	T30K4		BK6M BK3M	T30K4 T15K6 BK6M BK3M	BK4 BK6M BK3M	BK3 BK3M	BK6M BK3M BK3	BK3 BK3M	
Cắt đứt và cắt rãnh	T15K6 T14K8 T5K10	BK4 BK8 BK8B	BK6M BK4		BK4 BK8	BK4 BK6 BK8	BK6M BK3	BK3 BK3M BK4	BK3 BK3M BK4
Cắt ren sơ bộ (cắt phá)	T15K6 T14K8	T15K6 T14K8 BK4	BK6M BK4	BK6M BK4	BK6M BK4	BK3 BK3M	BK6M BK3M	BK4 BK6 BK6M	BK3 BK3M BK4

(tiếp bảng 4-3)

Hình thức và đặc điểm gia công	Mác hợp kim cứng khi gia công các vật liệu								
	Thép cacbon thép hợp kim	Vật liệu khó gia công	Thép không gỉ	Thép qua tôi	Titan và hợp kim titan	Gang		Kim loại mầu và hợp kim của chúng	Vật liệu phi kim loại
						HB 240	HB 400-700		
Cắt ren lần cuối(cắt tinh)	T30K4 T15K6	T30K4 T15K6 B14K8	BK6M BK3M	BK3M	BK3M	BK4	BK3	BK3 BK3M	BK3 BK3M
Bào và xọc thô	T15K12B BK8B BK15	T5K12	T15K12 BK8B BK15			BK8 BK8B		BK8 BK8B	BK4 BK6 BK8
Bào và xọc bán tinh và tinh	T5K10 T15K12B BK8B BK8	T7K12	T5K12 BK8B BK15			BK4		BK4 BK6	
Phay thô	T15K6 T14K8 T5K10	T5K10 BK4 BK8			BK4	BK6 BK8		BK4 BK6 BK8	BK3 BK4
Phay tinh và bán tinh	T30K4 T15K6 T14K8	T15K T14K8 T5K10	T15K6 T14K8		BK8	BK6 BK4	BK6M	BK3 BK3M BK4	BK3 BK3M
Khoan lỗ thường (không sâu)	T5K10 T15K12B BK8B BK8	T5K12B	T15K12B BK8B		BK8 BK8B				
Khoan lỗ sâu	T15K6 T14K8 T5K10 T5K12B BK8	T7K12 BK8B BK8	BK8			BK4 BK6 BK8	BK8B BK8	BK4 BK6 BK8	BK3 BK4
Khoan dầu các lỗ sâu	T15K6 T14K8 T5K10								
Khoan rộng lỗ thường (không sâu)	T14K8 T5K10 T15K6	BK4 BK8	BK8	T14K8 T5K10 BK8	T14K8 T5K10 BK8	BK4 BK8	BK3 BK3M BK4	BK6M BK3 BK3M BK4	BK3 BK3M

(tiếp bảng 4-3)

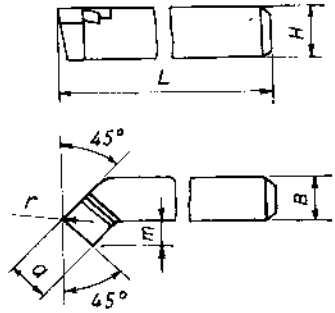
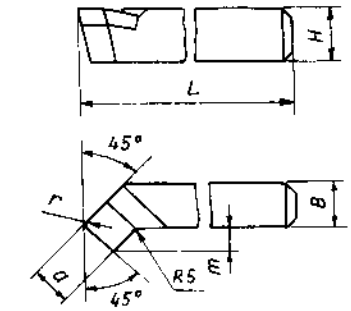
Hình thức và đặc điểm gia công	Mác hợp kim cứng khi gia công các vật liệu								
	Thép cácbon thép hợp kim	Vật liệu khó gia công	Thép không gỉ	Thép qua tôi	Titan và hợp kim titan	Gang		Kim loại màu và hợp kim của chúng	Vật liệu phi kim loại
						HB 240	HB 400-700		
Khoan rộng các lỗ thường (không sâu) trên các chi tiết đúc, rèn hoặc dập.	T5K10 T5K12 BK8 BK8B	T5K12 TT7K12 BK8 BK8B	T5K12 BK8 BK8B			BK4 BK6 BK8		BK4 BK6 BK8	
Khoan rộng các lỗ sâu.	T15K6 T14K8	BK4 BK8		T14K8 T5K10 BK8		BK3 BK3M BK4	BK6M BK4	BK3 BK3M BK4	
Khoan rộng các lỗ sâu trên các chi tiết đúc, rèn hoặc dập cũng như các lỗ có lượng dư không đều và cắt không liên tục	T5K10 T5K12 BK8 BK8B	T5K12 T5K12 BK8 BK8B	T5K12 BK8 BK4			BK8M BK8 BK4		BK8M BK8 BK4	
Khoét thô	T15K6 T14K8 T5K10 T5K12 BK8	T5K10 BK8 BK4	BK6M BK4		BK8 BK4	BK4 BK6 BK8	BK6M	BK4 BK6 BK8	BK4 BK6
Khoét bán tinh và tinh	T30K4 T15K6 T14K8	T15K6 T14K8 T5K10 BK6M	BK6M		BK8 BK4	BK3M BK3 BK4	BK4	BK3 BK3M BK4	
Doa sơ bộ và doa tinh	T30K4 T15K6	T30K4 T15K6 BK6M BK3M	BK6M BK4	T30K4 BK6M BK3M	BK4 BK6M BK3M	BK3 BK6M BK3M	BK6M BK3M		

II.Dao tiện, dao bào.

1. Dao tiện gắn mảnh thép gió và dao tiện gắn mảnh hợp kim cứng.

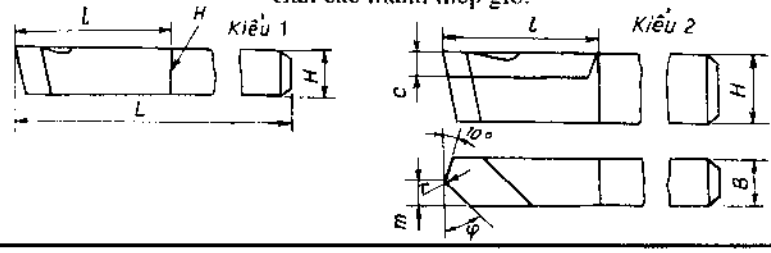
Các loại dao tiện gắn mảnh thép gió hoặc gắn mảnh hợp kim cứng là các loại dụng cụ cắt thông dụng nhất,hay dùng trong chế tạo cơ khí. Trong các bảng từ 4-4 đến bảng 4-22 giới thiệu các loại dao tiện thông dụng đã được tiêu chuẩn hoá.

Bảng 4-4. *Kích thước dao tiện ngoài thân cong (phải và trái), mm*

Dao	H	B	L	m	a	r
Gắn mảnh thép gió						
	16	10	100	6	10	0,5
	20	12	120	7	12	1
	25	16	140	8	16	1
	32	20	170	10	20	1
	40	25	200	12	25	1,5
Gắn mảnh hợp kim cứng						
	16	10	100	8	8	0,5
	16	12	100	7	10	1
	20	12	120	7	10	1
	20	16	120	8	14	1
	25	16	140	8	14	1
	25	20	140	10	18	1,5
	32	20	170	10	18	1,5
	40	25	200	12	25	2
	50	32	240	14	25	2

Bảng 4-5. *Kích thước dao tiện ngoài thân thẳng (phải và trái), mm*

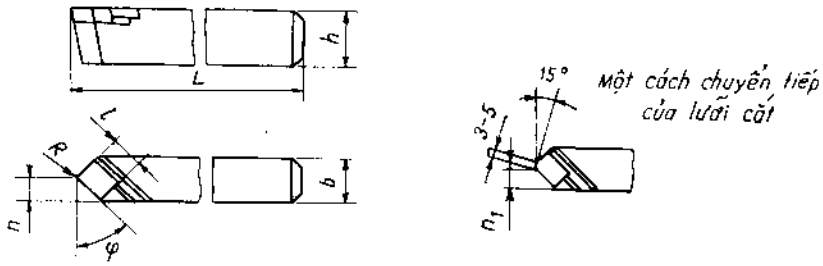
Gắn các mảnh thép gió.



(tiếp bảng 4-5)

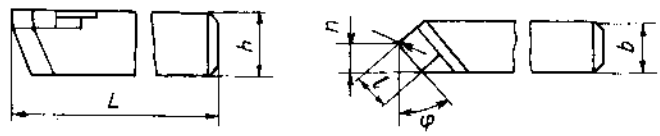
H	B	L	l	m			c	r
				φ = 45°	φ = 60°	φ = 75°		
10	10	60	30			3		0.5
16	10	100	40	6	4.5			0.5
16	16	80	30	9	7			1.0
20	12	120	40	7	6		6	1.0
20	20	120	40	12	9		6	1.0
25	16	140	50	9	7		8	1.0
32	20	170	60	12	9		10	1.0

Gắn mảnh hợp kim cứng



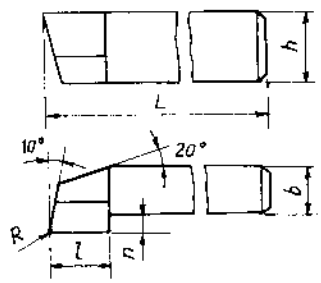
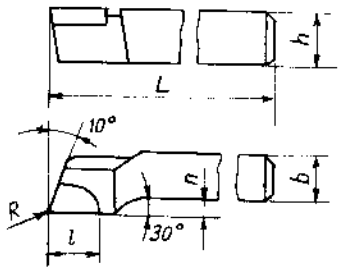
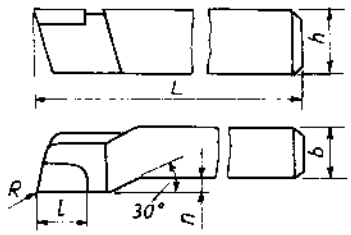
h	b	L	n		n_1		l	R
			φ = 45°	φ = 60°	φ = 45°	φ = 60°		
16	10	100	6	4.5	5	4	8	0.5
20	12	120	7	6	5.5	5.5	10	1.0
20	16	120	9	7	8	6.5	12	1.0
25	16	140	9	7	8	6.5	12	1.0
32	20	170	12	9	10.5	8.5	16	1.5
32	25	170	14	11	12.5	10.5	20	2.0
40	25	200	14		12.5		20	2.0

Gắn mảnh hợp kim cứng, có góc cắt của mảnh ở trong thân dao, 0°

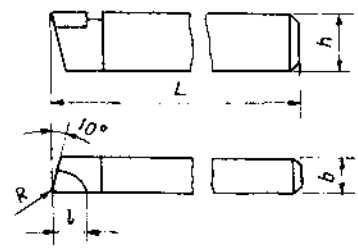


h	b	L	n		l	R
			φ = 45°	φ = 60°		
16	10	100	6	4.5	8	0.5
20	12	120	7	6	10	1.0
20	16	120	9	7	12	1.0
25	16	140	9	7	12	1.0
32	20	170	12	9	16	1.5
32	25	170	14	11	20	2.0
40	25	200	14	11	20	2.0

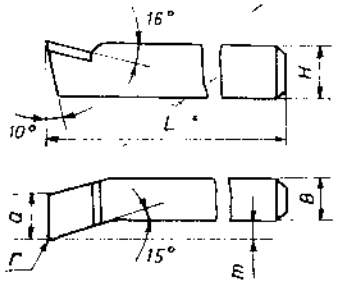
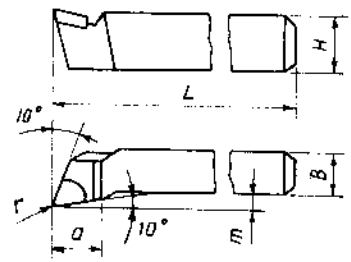
Bảng 4-6. *Kích thước dao tiện ngoài thân cong có góc nghiêng chính 90 ^{0} (phải và trái),(mm)*

dao	h	b	L	n	l	R
Gắn mảnh thép gió						
	16	10	100	4	12	0,5
	20	12	120	5	16	1,0
	25	16	140	6	20	1,0
	32	20	170	7	25	1,0
	40	25	200	9	30	1,5
Gắn mảnh hợp kim cứng						
	16	10	100	4	10	0,5
	16	12	100	5	12	0,5
	20	16	120	6	16	1,0
	25	16	140	7	16	1,0
	25	20	140	8	20	1,5
	32	20	170	8	20	1,5
	40	25	200	10	25	2,0
Gắn mảnh hợp kim cứng có góc cắt của mảnh trong thân dao 0^0						
	16	10	100	4	10	0,5
	16	12	100	5	12	0,5
	20	16	120	6	16	1,0
	25	16	140	7	16	1,0
	25	20	140	8	20	1,5
	32	20	170	8	20	1,5
	40	25	200	10	25	2,0

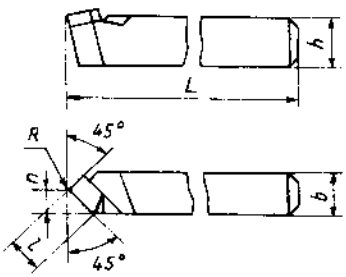
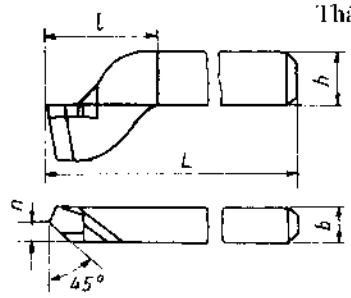
Bảng 4-7. *Kích thước dao tiện ngoài thân thẳng, gắn mảnh hợp kim cứng có góc nghiêng chính 90^0, mm*

Dao	h	b	L	l	R
	20	12	100	12	1,0
	25	16	120	15	1,0
	32	20	140	20	1,5

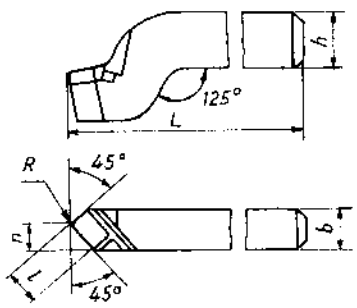
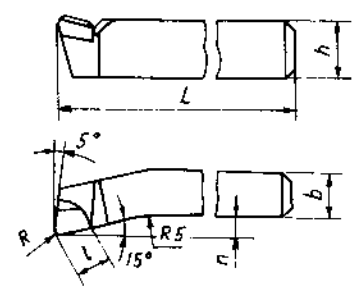
Bảng 4-8. *Kích thước dao tiện rãnh thân cong (phải và trái), mm*

Dao	H	B	L	m	a	r
Gắn mảnh thép gió						
	16	10	100	4	10	0,5
	20	12	120	5	12	1,0
	25	16	140	6	16	1,0
	32	20	170	8	20	1,0
	40	25	200	10	25	1,5
Gắn mảnh hợp kim cứng						
	16	12	100	5	12	1,0
	20	12	120	7	12	1,0
	20	16	120	8	15	1,0
	25	16	140	10	15	1,0
	25	20	140	11	20	1,5
	32	20	170	11	20	1,5
	40	25	200	13	25	2,0

Bảng 4-9. *Kích thước dao bào, mm*

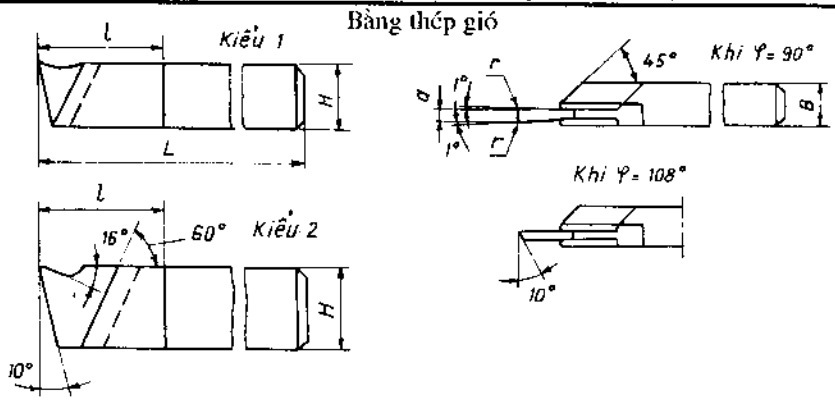
Dao	h	b	L	n	l	R
Thân thẳng có góc nghiêng chính φ=45° gắn mảnh hợp kim cứng (phải và trái)						
	20	16	170	9	12	1,5
	25	20	200	12	16	2,0
	32	25	250	14	20	2,5
	40	32	300	18	25	3,0
Thân cong gắn mảnh thép gió						
	25	16	220	9	50	
	32	20	280	12	60	
	40	25	340	14	80	

(tiếp bảng 4-9)

Dao	h	b	L	n	l	R
Thân cong gắn mảnh hợp kim cứng						
	20 25 32 40	16 20 25 32	190 220 280 340	9 12 14 18	12 16 25 25	1,5 2,0 3,0
Cắt rãnh thẳng (phải và trái) có gắn mảnh hợp kim cứng						
	20 25 32 40	16 20 25 32	170 200 250 300	8 10 12,5 15	12 16 20 25	1,5 2,0 2,5 3,0

Bảng 4-10. *Kích thước dao tiện cắt đứt, mm*

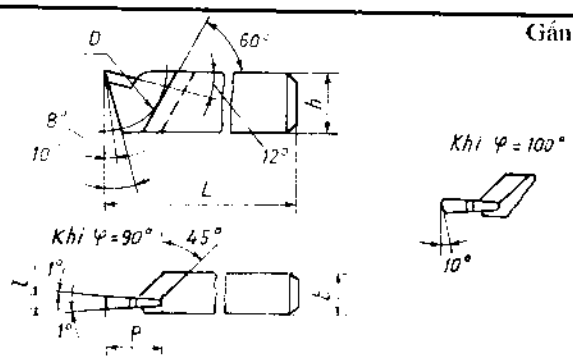
Bằng thép gió



H	B	L	l	a	r	Đường kính gia công lớn nhất D
16*1	10	100	30	3	0,2	30
20*2	12	120	50	3	0,2	30
				4		35
25*2	16	140	60	3	0,2	30
				5		50
32*2	20	170	60	4	0,2	35
				6		60

(tiếp bảng 4-10)

Gắn mảnh hợp kim cứng

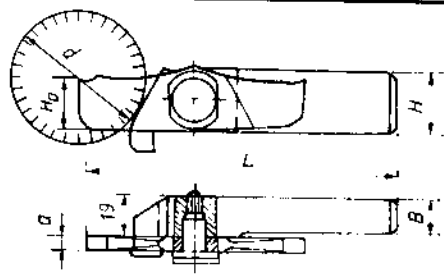


h	b	L	P	l	Đường kính gia công lớn nhất D
16	10	100	20	3	30
20	12	120	25	4	35
25	16	140	35	5	50
32	20	170	38	6	60
40	25	200	45	8	70

*1 - Dao kiểu 1; *2 - Dao kiểu 2

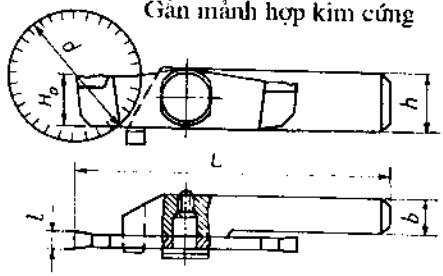
Bảng 4-11. *Kích thước dao cắt đứt lắp ghép (phải và trái),mm*

Bằng thép gió



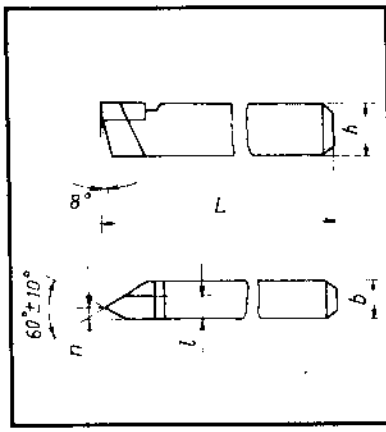
H	B	H_0	L	a	d*
30	18	20	130	4	40
		25	140	5	60
		30	175	5	75

Gắn mảnh hợp kim cứng



h	b	H_0	L	l	d*
30	18	20	130	4	40
		25	140	5	60
		30	175	5	75

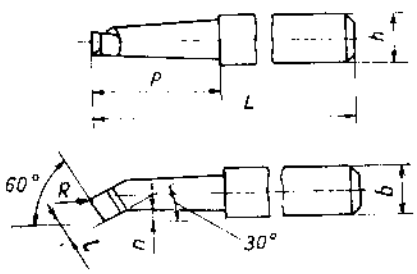
Bảng 4-12. *Kích thước dao tiện ren gắn mảnh hợpkim cứng, mm*



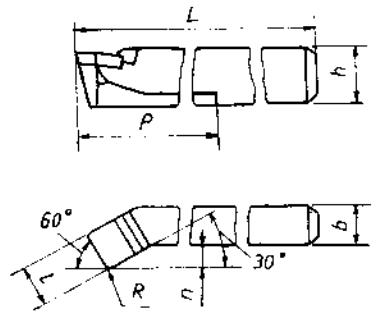
h	b	L	n	l	Bước ren
20	12	120	3	6	0,8-3
25	16	140	4	8	1,25-5
32	20	170	5	10	2-6

Bảng 4-13. *Kích thước dao tiện lỗ có góc nghiêng chính $\varphi = 60^0$ gắn mảnh hợp kim cứng, mm*

Kiểu 1



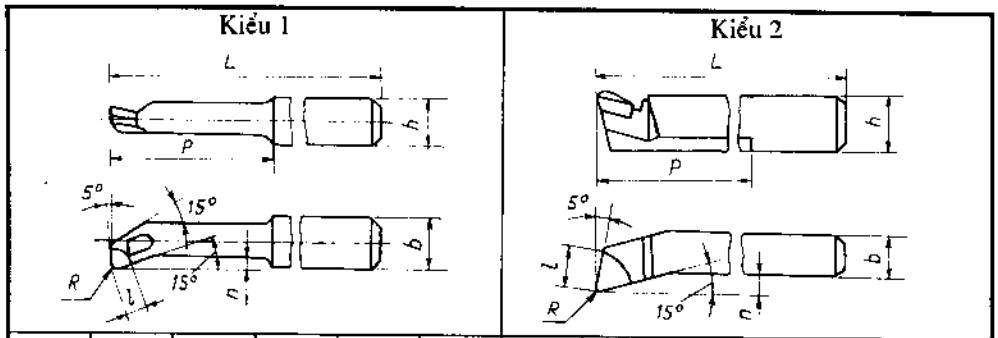
Kiểu 2



h	b	L	P	n	l	h	b	L	P	n	l
16	16	120	25	3,5	8	16	12	170	80	6	12
		140	40								
			35	4,5							
		170	60								
20	20	140	40	5,5	10	20	16	200	100	8	14
		170	70								
			50	6,0	12						
		200	80								
25	25	200	70	8,0	14	25	20	240	120	10	18
		240	100			32	25	280	160	12	22

Chú thích: Đối với dao kiểu 1 và kiểu 2 ta có R = 1 mm

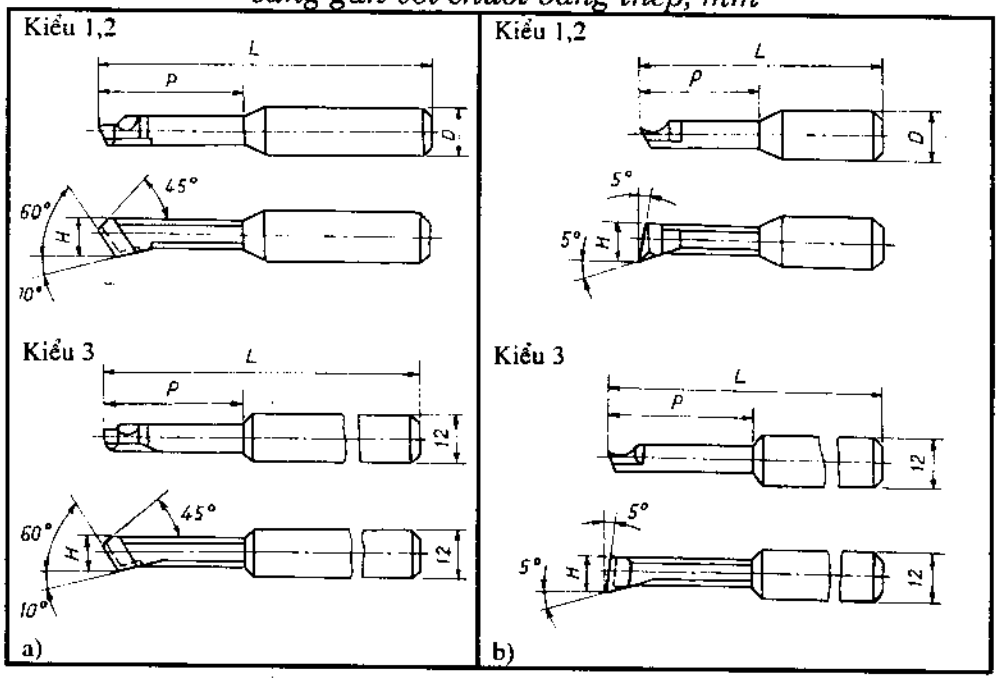
Bảng 4-14. *Kích thước dao tiện lỗ có góc nghiêng chính $\varphi = 95^0$ gắn mảnh hợp kim cứng, mm*



h	b	L	P	n	l	h	b	L	P	n	l
16	16	120	25	3,5	8	16	12	170	80	6	12
		140	30								
			40	4,5							
		170	60								
20	20	140	40	6,0	10	20	16	200	100	8	16
		170	70								
			50		12						
		200	80								
25	25	200	70	8,0	16	25	20	240	120	10	20
		240	100			32	25	280	160	12	25

Chú thích: Đối với dao kiểu 1 và kiểu 2 - R = 1 mm

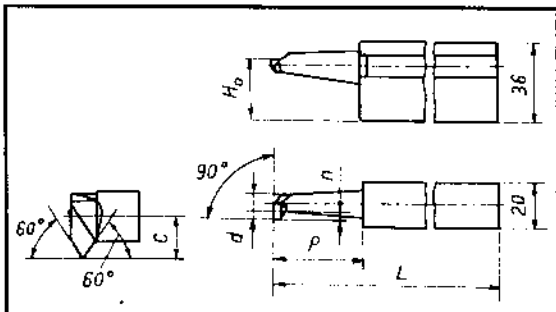
Bảng 4-15. *Kích thước dao tiện rộng lỗ liền khối bằng hợp kim cứng gắn với chuôi bằng thép, mm*



(tiếp bảng 4-15)

Kiểu 1					Kiểu 2					Kiểu 3			
H	D	L	P	D^{**}_{MIN}	H	D	L	P	D^{**}_{MIN}	H	L	P	D^{**}_{MIN}
2,8	6*	40 50	10 20	3	2,8	10	70	20	3	2,8	120	20	3
									4	3,8			
3,8		40 50	10 20	4	3,8								4
4,7	10	45 60	15 30	5	5,5		90	30	6	5,5	130	30	6
5,5		45 65	15 35	6	7,5	15	100	40	8	7,5	140	40	8
6,5	12	45 60	15 35	7	a- Dùng cho lỗ thủng; b- Dùng cho lỗ tắc * Đối với lỗ tắc D = 2,8mm								
7,5		50 70	20 40	8	** Đường kính nhỏ nhất của lỗ được tiện rộng.								

Bảng 4-16. *Kích thước dao tiện lỗ hàn mảnh hợp kim cứng và trục đàn hồi, mm*

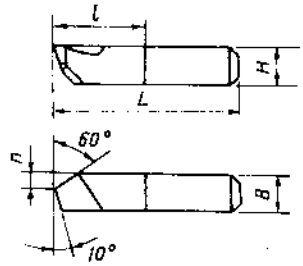


d	L	H_0	P	n	c	D^*_{min}
6	130	26	25;35	6	7,2	12
8	140	26,5	30;40	7	9,5	14
10	150	27	35;50	10,5	11	16

D^*_{min} đường kính nhỏ nhất của lỗ được tiện rộng

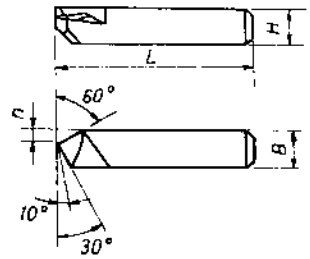
Bảng 4-17. *Kích thước dao tiện lỗ lắp vào trục dao có góc nghiêng chính $\varphi = 60^0$ để kẹp thẳng.*

Bằng thép gió, kiểu1 (mm)



H	B	L	n
6	6	20;25;32	2
8	8	25;32;40	3
10	10	32;40;50	4
12	12	40;50;63	5
16*	16	63;80	6

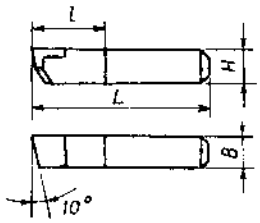
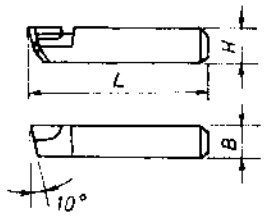
Gắn mảnh hợp kim cứng kiểu 1



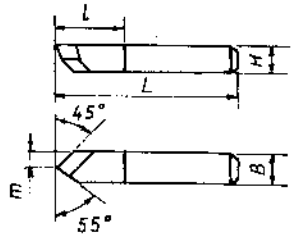
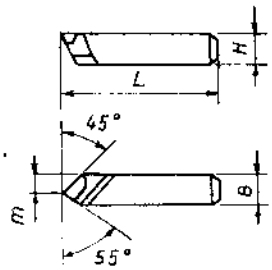
H	B	I	n
10	10	32;40;50	5
12	12	40;50;63	5
16	16	63;80	6
20	20	70;80;100	7
25	25	100;127	7

* l = 30 mm

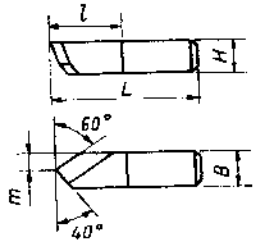
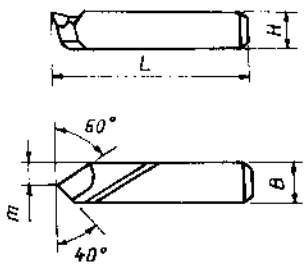
Bảng 4-18. *Kích thước dao tiện lỗ lắp vào trục dao có góc nghiêng chính*
$\varphi = 90^0$ kẹp thẳng, mm

	H	B	L
Bằng thép gió kiểu 2 	6 8	6 8	20;25;32
	10 12	10 12	10 40;50
	16*	16	63;80
Bằng hợp kim cứng kiểu 2 	6 8 10 12 16 20 25 32 40	6 8 10 12 16 20 25 32 40	25 25;32;40 32;40;50 40;50;63 63;80 80;100 100;125 125;140 160;180
* l = 30 mm			

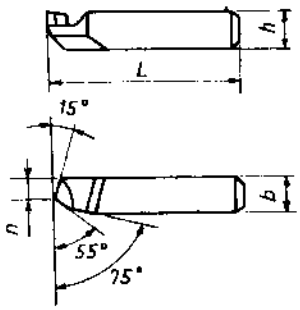
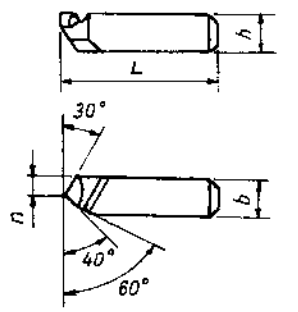
Bảng 4-19. ***Kích thước dao tiện lỗ lắp vào trục dao,*** *kẹp nghiêng,* ***mm.***

Dao	H	B	L	m
Bằng thép gió kiểu 3 	6 8 10 12 16*	6 8 10 12 16	20;25;32 20;25 32;40 32;40;50 40;50;60 63;80	3,5 5,0 6 7 9
Bằng hợp kim cứng kiểu 3 	6 8 10 12 16	6 8 10 12 16	25;32 25;32;40 32;40;50 40;50;63 63;80	3,5 5,0 7,0 7,0 9,0

(tiếp bảng 4-19)

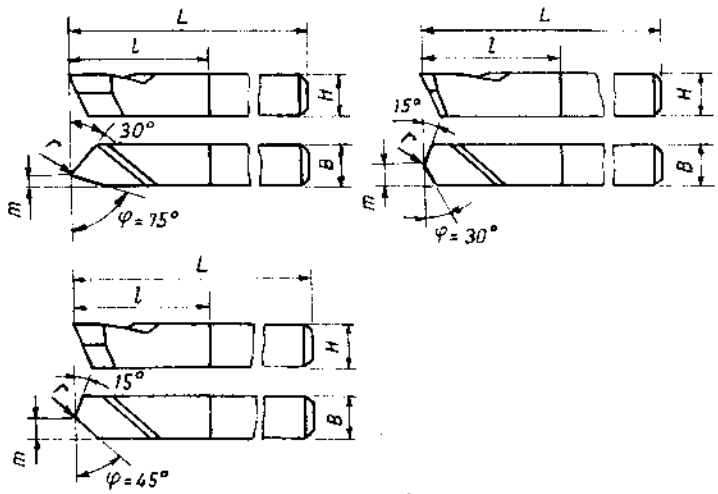
Bằng thép gió kiểu 4	H	B	L	m
	8	8	20;25 32;40	4,0
	10	10	32;40;50	5,0
	12	12	40	6,0
	12*	12	50;63	6,0
	16*	16	63;80	8,0
Bằng hợp kim cứng kiểu 4				
	8	8	25;32;40	3,5
	10	10	32;40;50	5,0
	12	12	40;50;63	5,0
	16	16	63;80	8,0
	20	20	80;100	8,0
	25	25	100;125	11
	32	32	140;160	14
	40	40	180;200	18
l = 30 mm				

Bảng 4-20. *Kích thước dao tiện lỗ, kẹp vào trục dao, gắn mảnh hợp kim cứng, kẹp nghiêng, mm*

Kẹp nghiêng góc 45°				Kẹp nghiêng góc 60°			
							
h	b	L	n	h	b	L	n
12	12	40;50;63	8	16	16	63;80	8
16	16	63;80	10	20	20	80;100	10
				25	25	100;125	12

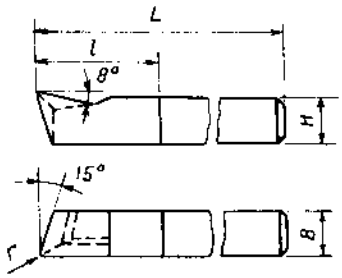
Bảng 4-21. *Kích thước dao tiện chuyên dùng trên máy tự động bằng thép gió (phải và trái), mm*

Tiện ngoài



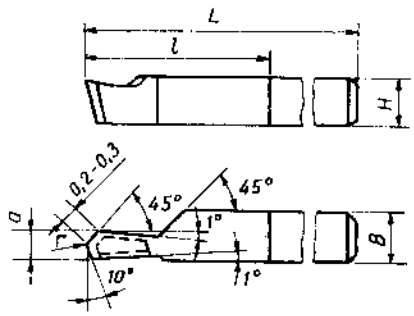
H	B	L	m			r	l
			φ = 75°	φ = 45°	φ = 30°		
8	8	50	2	4	5	0,5	
10	10	60	3	5;6	6	0,5	
12	12	70	3	6;8	8	0,5	
14	14	70		9		0,5	
16	16	80	4	8;10	11	1,0	
20	20	100	5	10	14	1,0	50

Tiện rãnh



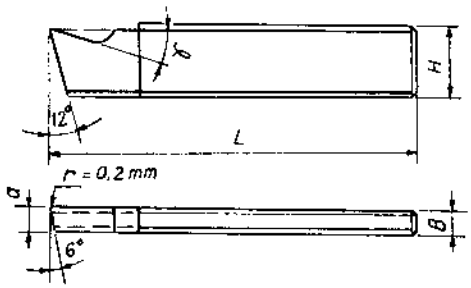
H	B	L	r	l
8	8	30;50;70;120;150	0,3	
10	10	60;65	0,5	
		100,110		50
12	12	65;70	0,6	
		100;120;175		50
16	16	80	0,8	
20	20	100	0,8	50

Cắt đứt



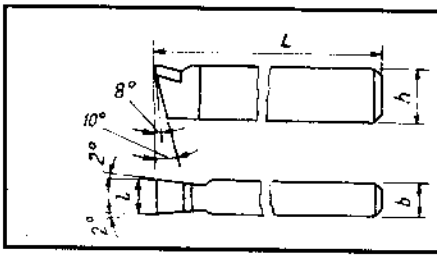
H	B	L	a	r	l
8	8	50	1,5	1,0	
		70	2,0	1,0	
		120	2,0	1,0	
		150	1,5	1,5	
10	10	80	2,0	1,0	50
		100	1,5		
		100	2,5		
		175	2,0		
		175	2,5		
12	12	65	3,0	1,0	
		70	1,5	1,5	
		100	2,0	1,0	60
		120	2,5	1,5	
		175	2,0	1,5	60
		200	2,0	1,0	
		200	2,5	1,5	70
		200	3,0	1,0	
14	14	100	3,0	1,0	50

Mảnh cắt đứt



H	B	L	a	γ
12	3	85;100	3	8
18	4	125;150	4	10
12	5	125;150	5	12
20	5	125;150	5	12
25	5	125;150	5	12
25	6	125;150	6	12

Bảng 4-22. *Kích thước dao tiện tinh rộng bản, gắn mảnh hợp kim cứng, mm*



h	b	L	l
16	10	100	10
25	16	140	16
32	20	170	20

2. Các dao tiện kẹp chặt bằng cơ khí các mảnh đa cạnh bằng gốm sứ và hợp kim cứng.

Sử dụng các dao gốm sứ và hợp kim cứng kẹp chặt bằng cơ khí các mảnh đa cạnh có các đặc điểm sau:

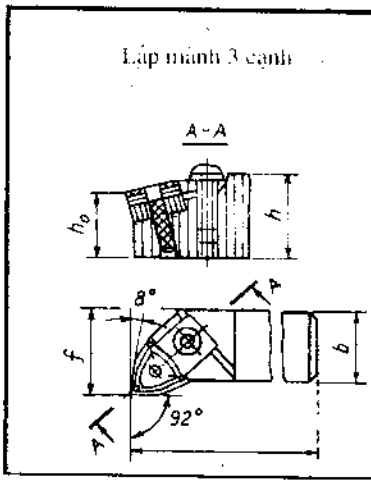
- Nâng cao tuổi thọ của dao từ 20 ÷ 25%.
- Có khả năng nâng cao chế độ cắt.
- Giảm tiêu hao dụng cụ cắt từ 2 ÷ 3 lần.
- Giảm thời gian phụ và thời gian mài phục hồi lại (thường không mài phục hồi lại).
- Đơn giản việc quản lý dụng cụ.

Trên mặt trước các mảnh gốm sứ và hợp kim đa cạnh được tạo sẵn các mặt thoát khác nhau tuỳ theo các dạng gia công riêng biệt.

Có nhiều loại cấu tạo thân dao để kẹp các mảnh gốm sứ và các mảnh hợp kim đa cạnh.

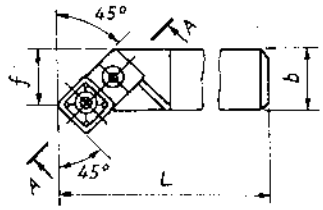
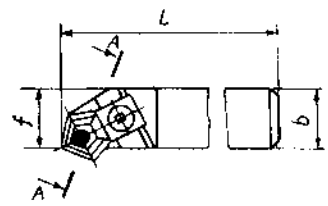
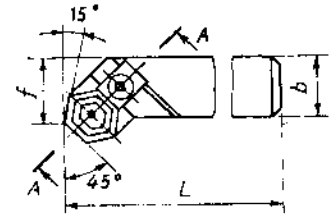
Hình dạng và kích thước các mảnh gốm sứ cũng giống như hình dạng và kích thước của các mảnh hợp kim.

Bảng 4-23. *Kích thước dao tiện ngoài lắp ghép mảnh hợp kim cứng bằng chêm (nêm côn), mm*



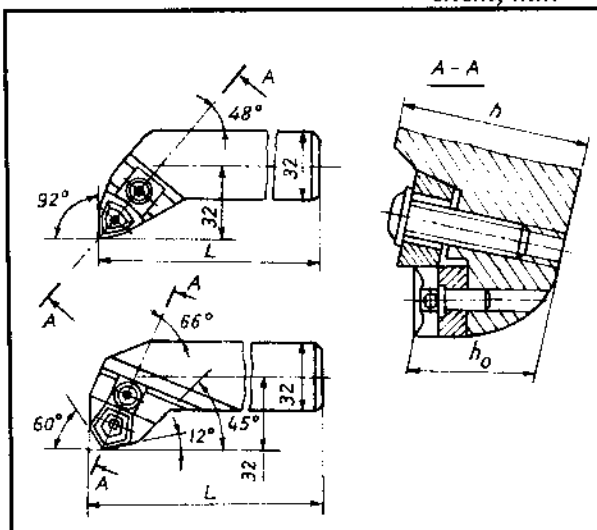
h	b	h_0	L	f	Đường kính vòng quay ngoại tiếp
16	16	16	120	20	14
20	16	20	120	20	14
20	20	20	120	25	18
25	20	25	140	25	18
25	25	25	140	32	22
32	25	32	170	32	22
32	32	32	170	40	26
40	32	40	200	40	26

(tiếp bảng 4-23)

Dao	h	b	h_0	L	f	Đường kính vòng quay ngoại tiếp
Lắp mảnh 4 cạnh 	16	16	16	120	16	14
	20	16	20	120	16	14
	20	20	20	120	20	18
	25	20	25	140	20	18
	25	25	25	140	25	18
	32	25	32	170	25	22
Lắp mảnh 5 cạnh 	20	20	20	120	20	18
	25	20	25	140	20	18
	32	25	32	170	25	22
	40	32	40	200	32	26
Lắp mảnh 6 cạnh 	20	20	20	120	20	18
	25	20	25	140	20	18
	25	25	25	140	25	22
	32	25	32	170	25	26
	40	32	40	200	32	26

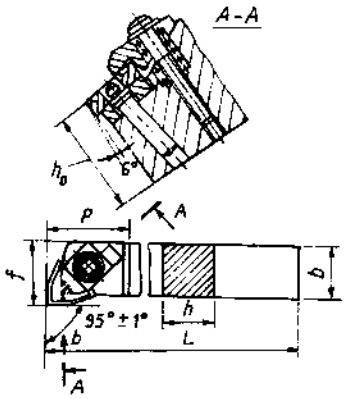
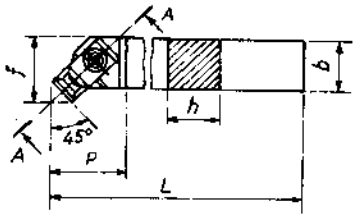
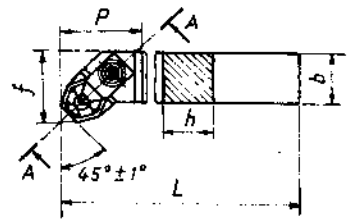
Chú thích: Tiết diện A - A được giới thiệu chung cho các dao ở bảng 4-23.

Bảng 4-24. *Kích thước dao tiện lỗ lắp mảnh hợp kim cứng kẹp chặt bằng chêm, mm*



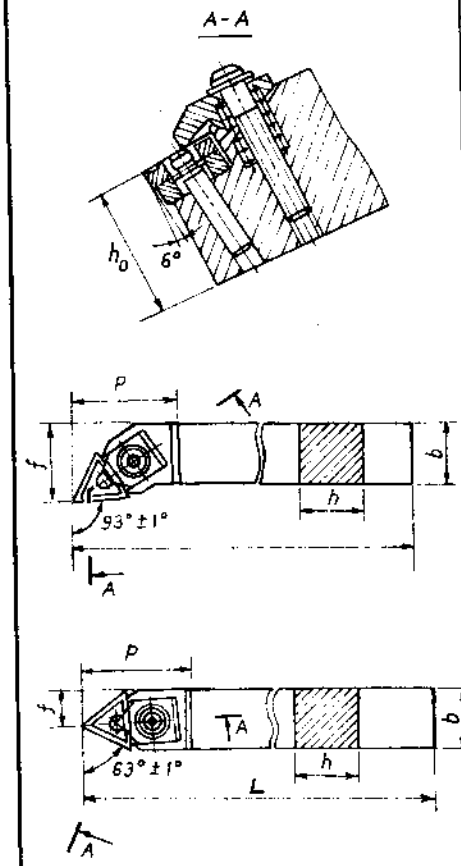
h	h^0	L	Đường kính nhỏ nhất của lỗ được tiện rỗng
35	25	200 .240 320	
45	32	200 .240 320	75
50	40	400	87

Bảng 4-25. *Kích thước dao tiện ngoài lắp mảnh hợp kim cứng đa cạnh, kẹp chặt bằng chêm-mỏ kẹp, mm.*

Dao	h	b	h^0	f	L	P
Lắp mảnh 3 cạnh 	16	16	16	20	100	25
	20	16	20	20	125	25
	20	20	20	25	125	32
	25	20	25	25	150	32
	25	25	25	32	150	32
						36
	32	25	32	32	170	32
	32	32	32	40	170	36
	40	32	40	40	200	45
						36
	40	40	40	50	200	45
	50	40	50	50	250	45
Lắp mảnh 4 cạnh 	16	16	16	20	100	25
	20	16	20	20	125	25
	20	20	20	25	125	32
	25	20	20	25	150	32
	25	25	25	32	150	36
	32	25	32	32	170	36
	32	32	32	40	170	36
						45
	40	32	40	40	200	45
	40	40	40	50	200	45
						50
	50	40	50	50	250	50
Lắp mảnh **6** cạnh 	25	25	25	32	150	32
	32	25	32	32	170	32
	32	32	32	40	170	36
						38
	40	32	40	40	200	36
						38
	40	40	40	50	200	38
	50	40	50	50	250	38

Chú thích: Tiết diện A - A dùng cho tất cả các dao ở bảng 4-25.

Bảng 4- 26. *Kích thước dao tiện ngoài (theo đường viền), kẹp chặt mảnh hợp kim 3 cạnh bằng cơ cấu chêm - mỏ kẹp, mm*

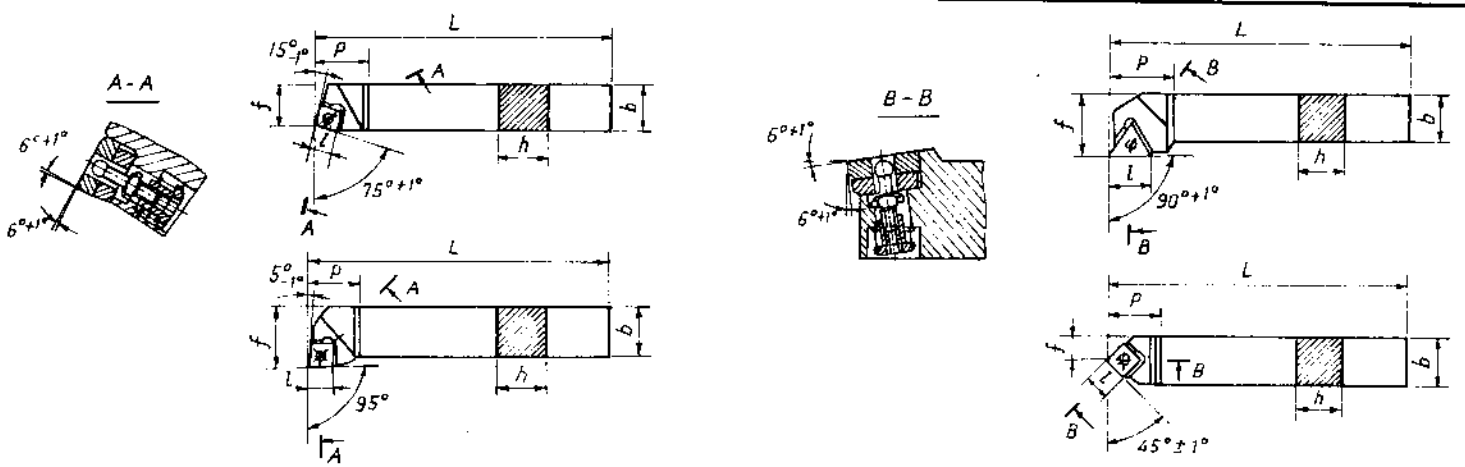


h	b	h^0	f*	f**	L	p*	p**
16	16	16	20	9	100	30	32
20	16	20	20	9	125	30	32
20	20	20	25	10	125	30	32
25	20	25	25	10	150	30	32
25	25	25	32	12,5	150	30	32;36
32	25	32	32	12,5	170	30;36	32;36
32	32	32	40	16	170	36;40	42
40	32	40	40	16	200	36	36;42
40	40	40	50	20	200	40	42
50	40	50	50	20	250	40	42

* Đối với dao có góc nghiêng chính $\varphi = 93^0$.

** Đối với dao có góc nghiêng chính $\varphi = 63^0$

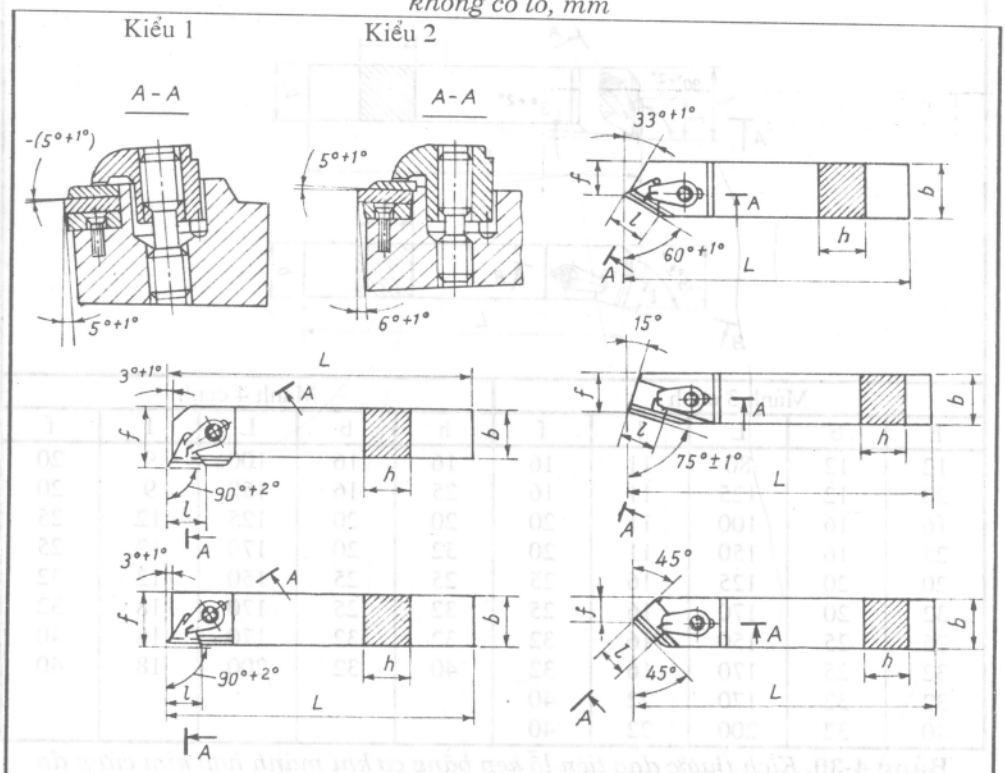
Bảng 4-27. *Kích thước dao tiện ngoài, kẹp chặt mảnh hợp kim cứng đa cạnh bằng chốt, mm*



h	b	L	f				P				l			
			Khi φ° bằng											
			75*1	95*2	90*3	45*1	75	95	90	45	75	95	90	45
16	16	100	13		20	8	32		32	32	9		16	9
20	16	125	13	25	25	8	32		32	32	9		16	9
20	20	125	17	25	25	10	36	36	32	36	12	12	16	12
25	20	125	17	25	25	10	36	36	32	36	12	12	16	12
25	25	150	22	32	32	12,5	36	36;45	32;36	36	12	12;16	16;22	12
32	25	170	22	32	32	12,5	36	36;45	32;36	36	12	12;16	16;22	12
32	32	170	27	40	40	16	45	45	36	45	19	19	22	19
40	32	200	27	40	40	16	45	45	36	45	19	19	22	19
40	40	200	41	50	50		36	45	36;40		22	19	22;27	
50	40	250	41	50	50		36	45	36;40		22	19	22;27	

* 1 - Mảnh 4 cạnh ; *2 - Mảnh hình thoi ; *. - Mảnh 3 cạnh ;

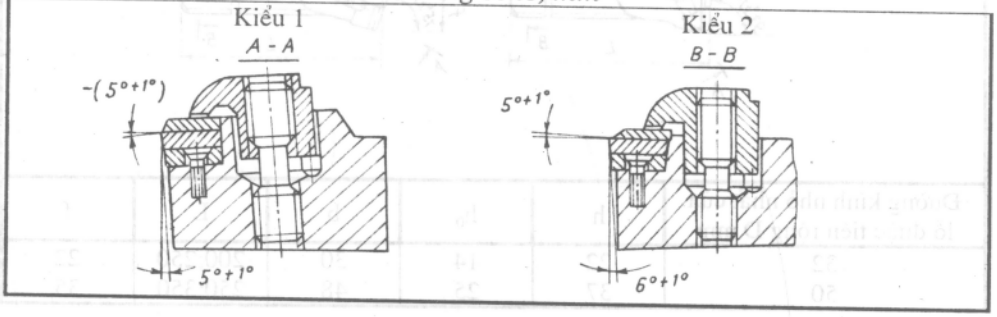
Bảng 4-28. *Kích thước dao tiện ngoài, kẹp cơ khí mảnh hợp kim đa cạnh không có lỗ, mm*

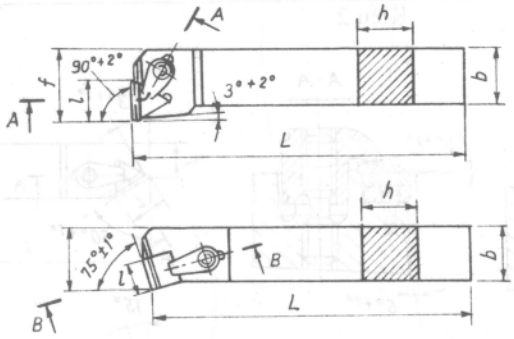


h	b	L	f khi φ⁰ bằng					l*2	l*3
			90*1	90	60	75	45		
12	12	80	16	12,5	13		6	11	9
16	16	100	20	16,5	13	13	8	11;16	9
20	20	125	25	20,5	17	17	10	16	12
25	25	150	32	25,5	22	22	12,5	16	12
32	32	170	32	25,5	22	22	12,5	16	12
32	32	170	40	33	27	27	16	22	19
40	40	200	50	41	35	35		22;27	19
50	50	250	60			43			25

*1 - Dao cong ; *2 - Dao có mảnh 3 cạnh ; *3 - Dao có mảnh 4 cạnh

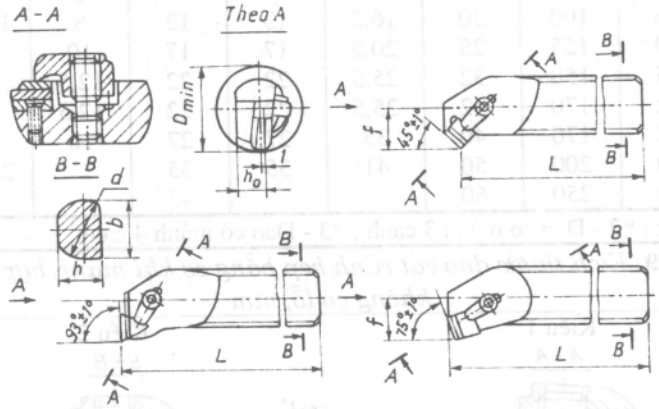
Bảng 4-29. *Kích thước dao cắt rãnh kẹp bằng cơ khí mảnh hợp kim cứng không có lỗ, mm*





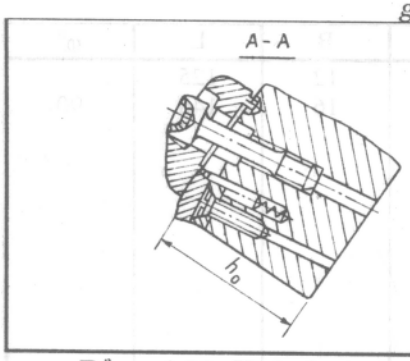
Mảnh 3 cạnh					Mảnh 4 cạnh				
h	b	L	l	f	h	b	L	l	f
12	12	80	11	16	16	16	100	9	20
20	12	125	11	16	25	16	150	9	20
16	16	100	11	20	20	20	125	12	25
25	16	150	11	20	32	20	170	12	25
20	20	125	16	25	25	25	150	12	32
32	20	170	16	25	32	25	170	18	32
25	25	150	16	32	32	32	170	18	40
32	25	170	16	32	40	32	200	18	40
32	32	170	22	40					
40	32	200	22	40					

Bảng 4-30. *Kích thước dao tiện lỗ kẹp bằng cơ khí mảnh hợp kim cứng đa cạnh không có lỗ, mm*



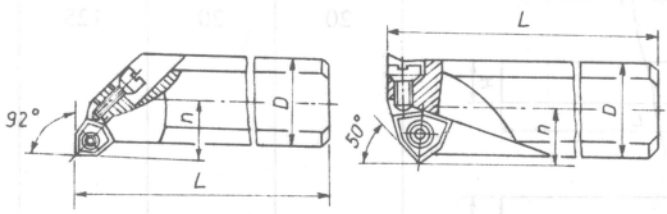
Đường kính nhỏ nhất của lỗ được tiện rộng D mm	h	h_0	b	L	f
32	22	14	30	200;250	22
50	37	25	48	250;350	35

Bảng 4-31. *Kích thước dao tiện đường viền kẹp bằng cơ khí mảnh hợp kim có góc $\varphi = 93^0$, mm*



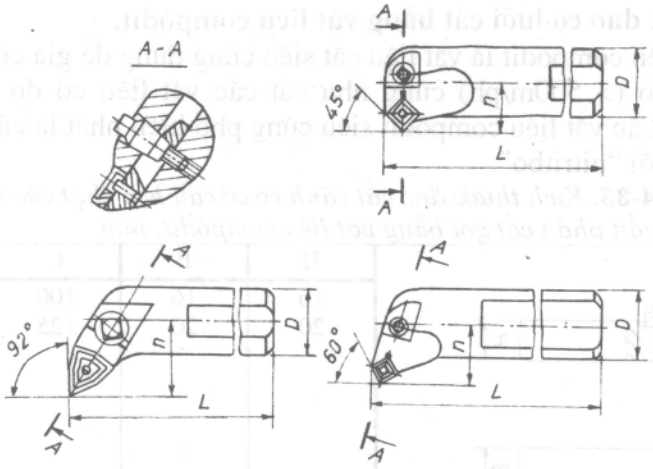
h	b	L	h_0
25	25	150	25
32	32	170	32

Bảng 4-32. *Kích thước dao tiện lỗ ,kẹp mảnh hợp kim cứng ba cạnh bằng vít, mm*



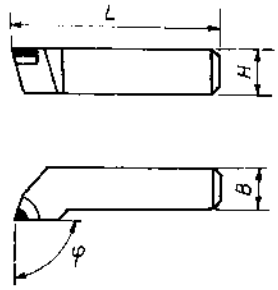
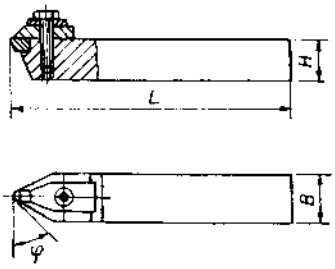
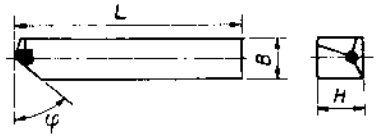
D	L	n	Đường kính nhỏ nhất của lỗ được tiện
16	170;200	12	22
20	170;200	15	28

Bảng 4-33. *Kích thước dao tiện lỗ có cơ cấu kẹp mảnh hợp kim cứng đa cạnh bằng cơ khí, mm*



D	L	n	Đường kính lỗ được tiện nhỏ nhất
26	170;200;240	20	35
32	170;240;340	25	50

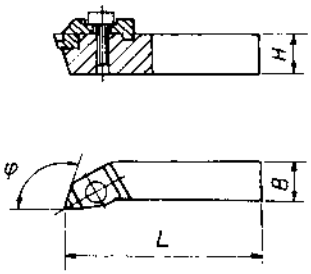
Bảng 4-34. *Kích thước dao tiện ngoài cong, có gắn mảnh bằng vật liệu compôdit, mm*

Dao	H	B	L	φ^0
Mảnh có hai lớp 	20 25	12 16	125 140	90
Có miếng lắp hình trụ 	16 20	16 20	100 125	45
	8 10 10 12	9 10 10 12	32 40 65 70	 45 60

3. Các dao có lưỡi cắt bằng vật liệu compôdit.

Vật liệu compôdit là vật liệu cắt siêu cứng dùng để gia công tinh ở tốc độ cắt cao (> 500m/ph) cũng như cắt các vật liệu có độ cứng lớn (HRC > 60). Các vật liệu compôdit siêu cứng phổ biến nhất là các vật liệu có cơ sở là khối "nitritbo".

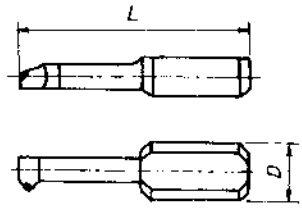
Bảng 4-35. *Kích thước dao cắt rãnh có cơ cấu kẹp chặt các mảnh gắn phần cắt gọt bằng vật liệu compôdit, mm*

	H	B	L	φ^0
	16 20	16 20	100 125	93

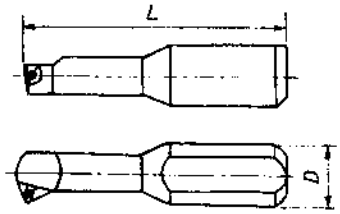
Bảng 4-36. *Kích thước dao tiện lỗ có tiết diện tròn, có phần cắt bằng vật liệu compôdit,mm.*

Dùng cho lỗ thủng

Kiểu 1



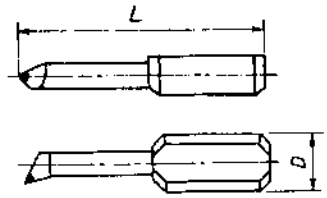
Kiểu 2



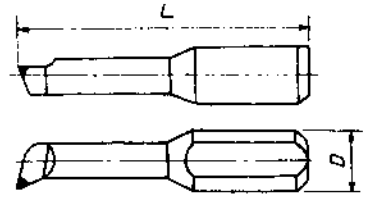
D	8	10
L	40;50	40;50

Dùng cho lỗ không thủng

Kiểu 1

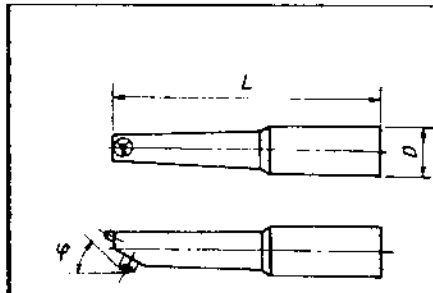


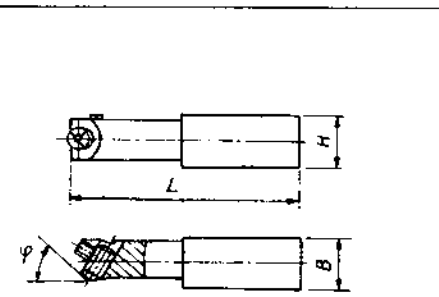
Kiểu 2



D	12	14
L	50	50

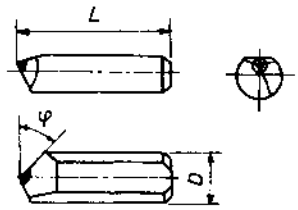
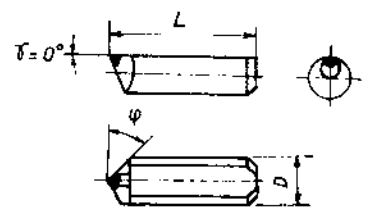
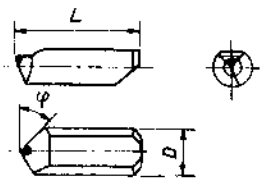
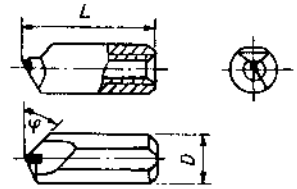
Bảng 4-37. *Kích thước dao tiện lỗ kẹp bằng cơ khí, phần cắt bằng vật liệu compôdit, mm*





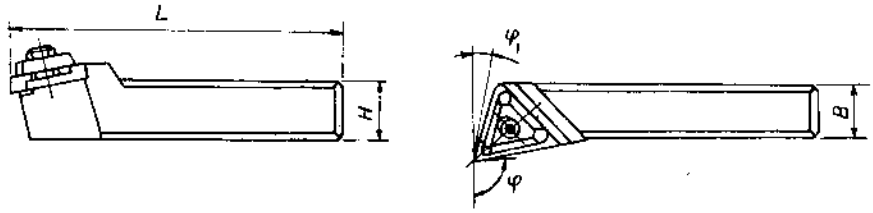
D	L	φ^0	H	B	L	φ^0
20 25	180 200	45	16 25	16 20	125 170	45

Bảng 4-38. *Kích thước dao tiện lỗ có giá đỡ, tiết diện tròn, gắn vật liệu compôdit, mm.*

φ^0 = 10;15;35;40;50		φ^0 = 35; 45	
			
D	L	D	L
8	16	16	30
8	18		34
8	20		60
10	25		80
12	25		
φ^0 = 10;15;35;40;50		φ^0 = 10;15;35;40;50	
			
D	L	D	L
8	16 18 20	16	30
10	25		

Bảng 4-39. *Kích thước dao tiện kẹp bằng cơ khí mảnh dao bằng vật liệu compôdit, mm*

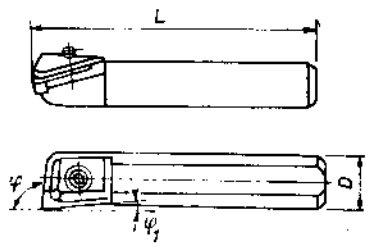
Tiện ngoài

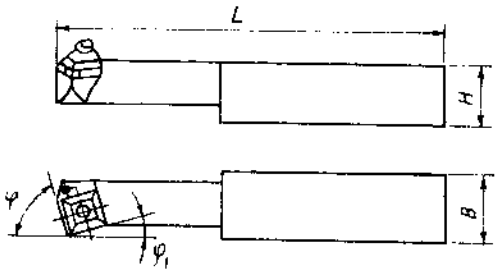


H	B	L	Mảnh							
			4 Canh		Tròn		3 Canh		Hình thoi	
			φ^0	φ^0_1	φ^0	φ^0_1	φ^0	φ^0_1	φ^0	φ^0_1
20	20	125	75	15			93	27	95	5
25	25	150							75	25
25*	20*	125*								
32	25	170								

* Dùng cho dao có mảnh tròn.

(tiếp bảng 4-39)

Tiện trong	D	L	Mảnh					
			Tròn		3cạnh		Hình thoi	
			φ^0	φ^0_1	φ^0	φ^0_1	φ^0	φ^0_1
	20 25	180 200 200 200			93	27	95	5

Tiện trong lắp mảnh 4 cạnh	H	B	L	φ^0	φ^0_1
	25	20	170	75	15

III. Mũi khoan, mũi khoét, mũi doa.

Mũi khoan, mũi khoét, mũi doa là những dụng cụ gia công lỗ có thể đạt chất lượng khác nhau. Tuỳ theo hình dạng, kích thước, tính chất vật liệu, loại phôi và chất lượng yêu cầu mà việc ứng dụng có khác nhau như có thể chỉ cần khoan, hoặc khoan rồi doa, hoặc cả khoan, khoét và doa.

1. Mũi khoan.

Mũi khoan là loại dụng cụ phổ thông để gia công các lỗ trên vật liệu đặc.

Bảng 4-40. *Kích thước các loại mũi khoan chính thường dùng, mm*

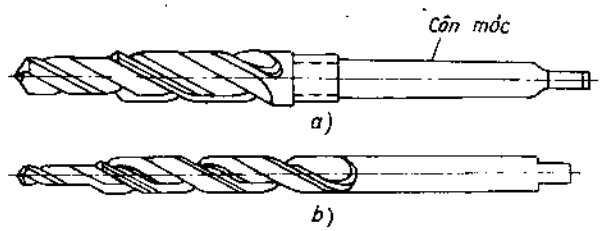
Tên mũi khoan	Đường kính d	chiều dài L	Chiều dài phần làm việc l
Mũi khoan ruột gà bằng thép gió			
- Đuôi trụ:			
Loại ngắn	0,5 ÷ 20	20 ÷ 131	3 ÷ 60
Loại trung bình	0,3 ÷ 20	19 ÷ 205	3 ÷ 140
Loại dài	1,0 ÷ 20	56 ÷ 254	33 ÷ 166
Loại dài (có đuôi ngắn)	1,0 ÷ 9,5	48 ÷ 155	25 ÷ 110
Loại cực dài:			
Kiểu 1	6 ÷ 10	290 ÷ 400	100 ÷ 300
Kiểu 2	6 ÷ 10	320 ÷ 450	120 ÷ 300
Kiểu 3	6 ÷ 10	350 ÷ 500	150 ÷ 350
Loại kích thước nhỏ:			
Loại ngắn	0,1 ÷ 1,5	14 ÷ 32	0,6 ÷ 9
Loại dài	0,1 ÷ 1,5	14 ÷ 32	1,2 ÷ 9

(tiếp bảng 4-40)

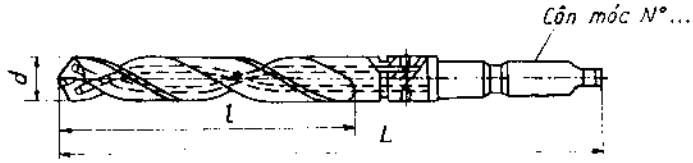
Tên mũi khoan	Đường kính d	chiều dài L	Chiều dài phần làm việc l
Loại chuyên dùng:			
Kiểu 1	2 ÷ 9	120 ÷ 280	50 ÷ 110
Kiểu 2	2 ÷ 9	140 ÷ 300	55 ÷ 120
Dùng cho máy điều khiển chương trình số (CNC):			
Loại ngắn	3 ÷ 20	61 ÷ 205	33 ÷ 140
Loại dài	0,5 ÷ 20	20 ÷ 131	3 ÷ 60
- Đuôi côn:			
Loại ngắn	5 ÷ 80	133 ÷ 514	52 ÷ 260
Loại trung bình	12 ÷ 76	199÷514	101 ÷ 260
Loại dài	6 ÷ 30	225 ÷ 395	145 ÷ 275
Loại rất dài	6 ÷ 30	160 ÷ 350	80 ÷ 230
Dùng cho máy NC:	6 ÷ 30	133 ÷ 296	57 ÷ 175
Có cơ cấu bẻn nhiệt	32 ÷ 60	334 ÷ 427	185 ÷ 240
Phần làm việc kéo dài, có đầu nhờn làm lạnh	10 ÷ 55	210 ÷ 600	130 ÷ 415
Mũi khoan thép gió chuyên dùng:			
- Xoắn ruột gà, có độ chịu mòn cao bằng cách phủ nitrit titan			
- Loại có bậc để đồng thời gia công mặt vát đầu và khoan lỗ làm ren (dùng cho hệ thống tự động):	5 ÷ 20		
Đuôi trụ (hình 4-7b)	Cho ren M6÷M10		
Đuôi côn (hình 4-7a)	Cho ren M6÷M27		
Có lỗ dẫn chất làm nguội (hình 4-8).	18 ÷ 35		
Mũi khoan ruột gà bằng thép gió dùng cho vật liệu khó gia công:		258 ÷ 350	150 ÷190
Đuôi côn:			
Loại trung bình	6 ÷ 12	140 ÷ 240	60 ÷ 140
Loại ngắn	6 ÷ 20	105 ÷ 180	30 ÷ 180
Đuôi trụ:			
Loại trung bình	3 ÷ 10	60 ÷ 135	32 ÷ 90
Loại để gia công lỗ sâu	4,5 ÷ 10	139 ÷ 205	87 ÷ 140
Mũi khoan ruột gà dùng để gia công chất dẻo:.			
Đuôi trụ	0,8 ÷ 1,2	10 ÷ 51	30 ÷ 102
Đuôi côn	6 ÷ 12	60 ÷ 100	140 ÷ 180
Mũi khoan ruột gà dùng để gia công các loại hợp kim và kim loại nhẹ			
Đuôi trụ:			
Loại trung bình	1,2 ÷ 12	34 ÷ 150	12 ÷ 100
Loại dài	1,95 ÷12	85 ÷ 205	55 ÷ 140
Loại trái	1 ÷ 20	34 ÷ 205	12 ÷ 145
Đuôi côn thường	6 ÷ 30	140 ÷ 325	60 ÷ 175
Đuôi côn kéo dài	6 ÷ 30	225 ÷ 420	145 ÷ 275

(tiếp bảng 4-40)

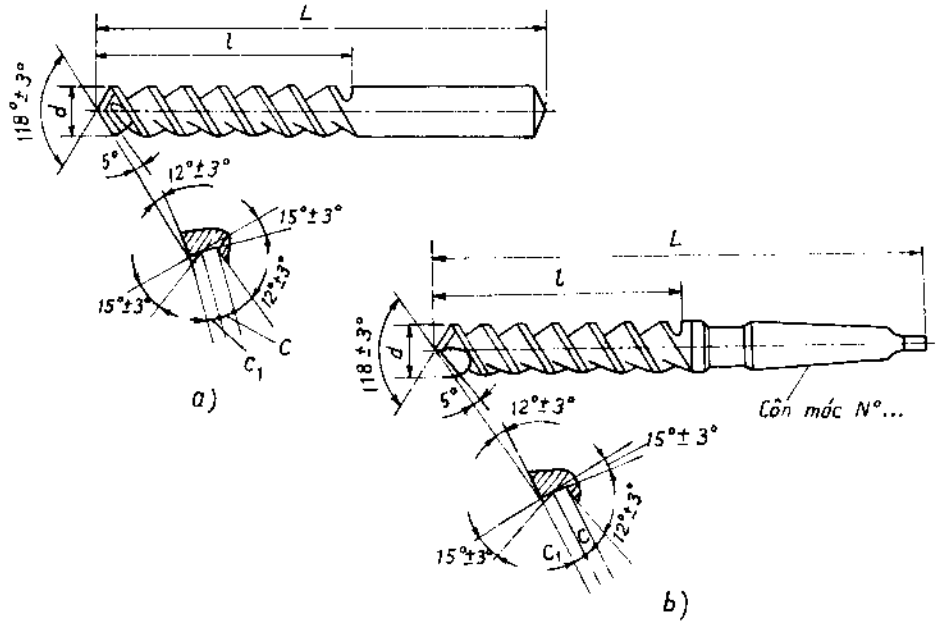
Tên mũi khoan	Đường kính d	Chiều dài L	Chiều dài phần làm việc l
Mũi khoan ruột gà			
- Đuôi trụ có tuổi bền cao bằng cách phủ nitrit titan (hình 4- 9a)	5 ÷ 10	130 ÷ 185	85 ÷ 120
- Đuôi côn (hình 4-9b)	10 ÷ 14	250 ÷ 265	170 ÷ 185
Mũi khoan ruột gà có độ côn 1:5			
Đuôi trụ (hình 4-10a)	3 ÷ 10	80 ÷ 300	50 ÷ 230
Đuôi côn (hình 4-10b)	12 ÷ 32	290 ÷ 545	190 ÷ 395
Mũi khoan, khoét liên hợp	50 ÷ 80	470 ÷ 642	
Mũi khoan mặt đầu gắn mảnh thép gió, được phủ để chịu mòn (hình 4-11)	70 ÷ 200	225 ÷ 625	
Mũi khoan bằng hợp kim cứng và gắn mảnh hợp kim cứng:			
Ruột gà đuôi trụ:			
Loại ngắn	5 ÷ 16	70 ÷ 138	36 ÷ 80
Loại thường	5 ÷ 16	85 ÷ 178	62 ÷ 120
Xoắn vít liền khối rút ngắn	1,5 ÷6,5	35 ÷ 65	5 ÷25
Xoắn vít liền khối đuôi trụ			
Loại ngắn	1 ÷12	32 ÷ 100	6 ÷ 50
Xoắn vít liền khối loại trung bình	3 ÷ 12	55 ÷ 120	24 ÷ 75
Xoắn vít đuôi trụ dùng cho vật liệu khó gia công, loại ngắn	3 ÷ 10	45 ÷ 90	16 ÷ 45
Xoắn vít đuôi côn:			
Loại ngắn	10 ÷ 30	140 ÷ 275	60 ÷ 125
Loại trung bình	10 ÷ 30	168 ÷ 324	87 ÷ 175
Xoắn vít liền khối đuôi côn			
Kiểu 1	6 ÷ 12	120÷ 170	42 ÷ 75
Kiểu 2	6 ÷ 12	120÷170	36 ÷ 65
Xoắn vít để khoan các lỗ trên các tấm mạch in:			
Loại ngắn	0,4 ÷ 2,5	30	3 ÷ 12
Loại dài	0,4 ÷ 2,5	38	8 ÷ 15
Xoắn vít để khoan các lỗ trên các mạch in, trên máy NC (hình 4-12):			
Loại ngắn	0,4 ÷ 2,0	30	3 ÷12
Loại dài	0,4 ÷ 2,0	38	8 ÷15
Cắt một phía có đường dẫn nhờn lạnh bên trong (hình4- 13)	4 ÷ 20	250 ÷ 2000	
Cắt một phía có đường dẫn nhờn lạnh kiểu nòng súng	7,5 ÷ 30	140 ÷ 1700	
Cắt một phía có đường dẫn phoi (hình 4-14a)	20 ÷ 60	270,400,	
Có máy bơm phoi ra (hình4- 14b)	20 ÷ 60	630,1070	
Có cơ cấu kẹp mảnh hợp kim cứng đa cạnh (hình 4-15)	20;25;30;38; 40;50;55		
Xoắn vít gia công chất dẻo chịu nhiệt:			
Đuôi trụ	5 ÷ 12	70 ÷ 129	36 ÷ 70
Đuôi côn	6 ÷ 12	140 ÷ 160	60 ÷ 80
Mảnh dao, đuôi trụ gia công chất dẻo dạng ép bột./.	0,8 ÷ 12	32 ÷95	8 ÷ 48



Hình 4-7. *Mũi khoan bậc.*

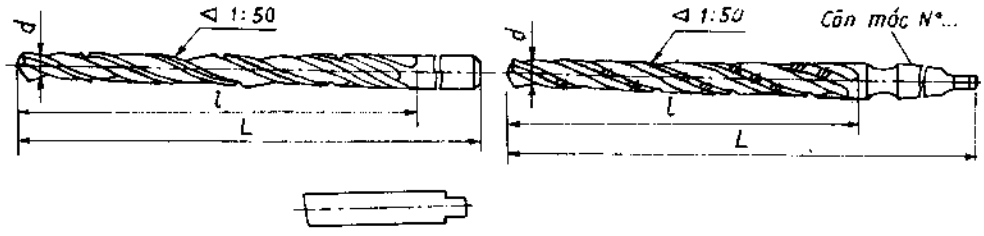


Hình 4-8.*Mũi khoan có lỗ dẫn nhờn lạnh*



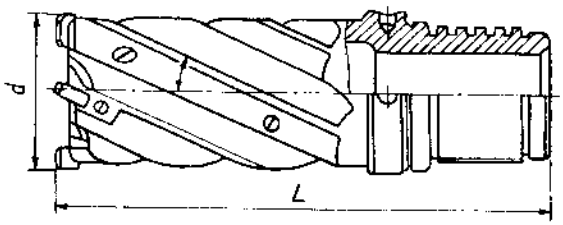
Hình 4-9.*Mũi khoan xoắn ngắn.*

Kiểu 1

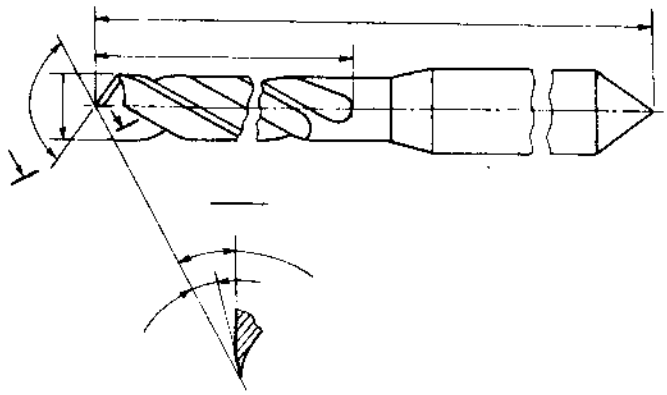


a) **Kiểu 2** b)

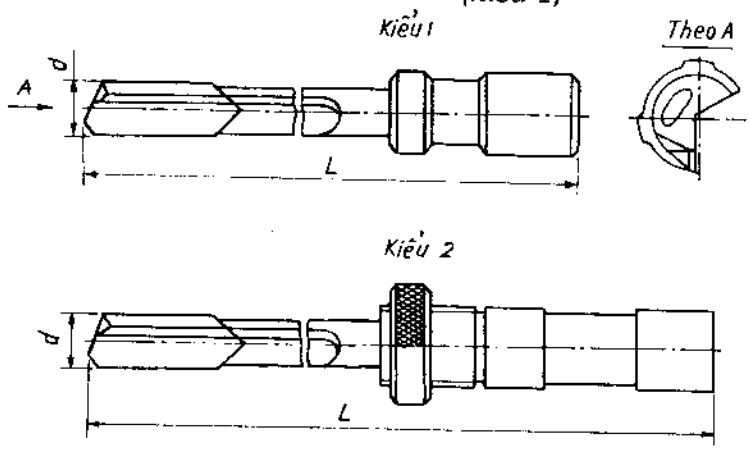
Hình 4-10.*Mũi khoan côn xoắn vít.*



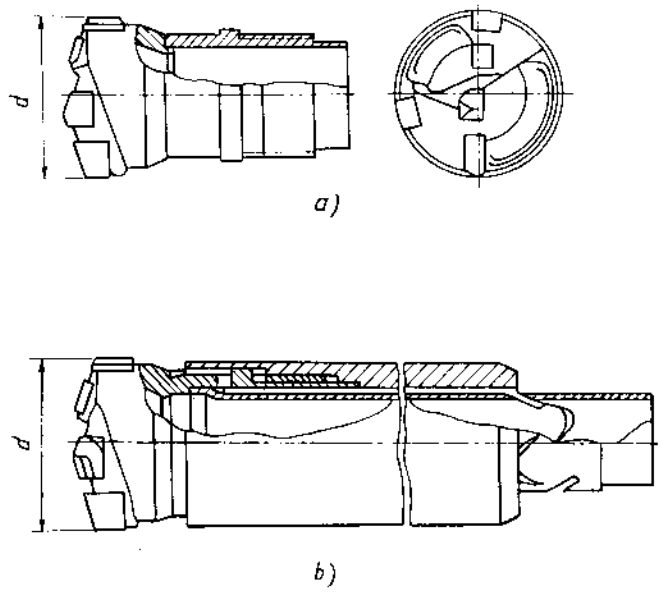
Hình 4-11.*Mũi khoan mặt đầu ngón*



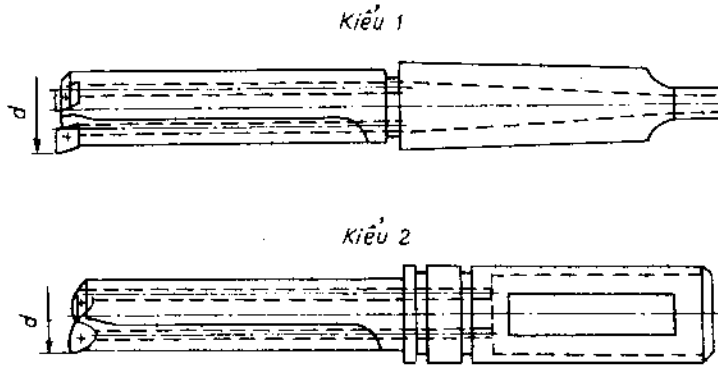
Hình 4-12.*Mũi khoan để gia công các lỗ trên các tấm mạch in (kiểu 1)*



Hình 4-13.*Mũi khoan cắt một phía có lỗ dẫn nhờn lạnh.*



Hình 4-14. *Mũi khoan cắt một phía có lỗ dẫn nhờn lạnh và phoi.*



Hình 4-15. *Mũi khoan có mảnh hợp kim đa cạnh thay đổi được để gia công các lỗ ngắn (tới 2,5d)*

Dựa theo sự thay đổi kích thước L, *l* người ta chia các loại mũi khoan này thành 4 kiểu I, II, III và IV (bảng 4-41).

Bảng 4-41. *Kích thước mũi khoan ruột gà đuôi trụ.*

d	Kiểu							
	I		II		III		IV	
	L	l	L	l	L	l	L	l
0,3	-	-	-	-	19	3	-	-
0,32;0,35;0,38					19	4		
0,4;0,42;0,45;0,48					20	5		
0,5			20	3,0	22	6		
0,52			-	-				
0,55;0,58;0,60					24	7		
0,62;0,65					26	8		
0,68;0,70;0,72					28	9		
0,75			23	4,5				
0,78	-	-	-	-	30	10	-	-
0,8			24	5,0				
0,82			-	-				
0,85			24	5,0				
0,88			-	-	32	11		
0,9			25	5,5				
0,92			-	-				
0,95			25	5,5				
0,98			-	-				
1,00	56	33	26	6,0	34	12	48	25
1,05	-	-						
1,10	60	37	28	7,0	36	14	50	28
1,15	-	-						
1,20	65	41	30	8,0	38	16	52	30
1,25	-	-						
1,30	65	41						
1,35	-	-	32	9	40	18	55	32
1,40	70	45						
1,45	-	-						
1,5	70	45						
1,55	-	-						
1,60	76	50	34	10	43	20	60	35
1,65	-	-	34	10	43	20	60	35
1,70	76	50	34	10	43	20	60	35
1,75	-	-	36	11	46	22	62	38
1,80	80	53						
1,85	-	-						
1,90	80	53						
1,95;2,00;2,05;2,10	85	56	38	12	49	24	65	40
2,15;2,20;2,25;2,30;2,35	90	59	40	13	53	27		
2,40;2,45;2,50;2,55;2,60;2,65	95	62	43	14	57	30	70	45
2,70;2,75;2,80;2,85;2,90;2,95;3,00	100	66	46	16	61	33	75	48
3,10	106	69	49	18	65	36	80	50
3,15							(80)	(50)
3,20;3,30							80	50
3,35							(80)	(50)
3,40;3,50;3,60;3,70	112	73	52	20	70	39	85	55

(tiếp bảng 4-41)

d	Kiểu							
	I		II		III		IV	
	L	l	L	l	L	l	L	l
3,80;3,90;4,00;4,10;4,20	119	78	55	22	75	43	90	60
4,25							(90)	(60)
4,30;4,40;4,50;4,60;4,70	126	82	58	24	80	47	100	65
4,80;4,90;5,00;5,10;5,20;5,30	132	87	62	26	86	52	105	70
5,40;5,50;5,60;5,70;5,80;5,90	139	91	66	28	93	57	115	80
6,00								
6,10;6,20;6,30;6,40;6,50;6,60	148	97	70	31	101	63	125	85
6,70							130	90
6,80;6,90;7,00;7,10;7,20;7,30;7,40;7,50	156	102	74	34	109	69	130	90
7,6;7,7;7,8;7,9;8,0;8,1;8,2;8,3;8,4;8,5	165	109	79	37	117	75	140	100
8,6;8,7;8,8;8,9;9,0;9,1;9,2;9,3;9,4;9,5	175	115	84	40	125	81	155	110
9,6;9,7;9,8;9,9;10,0	184	121	89	43	133	87		
10,0;10,1;10,2;10,3;10,4;10,5;10,6	184	121	89	43	133	87		
10,7;10,8;10,9;11;11,1;11,2;11,3;11,4;11,5	195	128	95	47	142	94		
11,60								
11,70;11,80			95	47				
11,9;12,0;12,1;12,2;12,3;12,4;12,5;12,6; 12,7;12,8	205	134	102	51	151	101		
12,90								
13,00;13,10;13,20			102	51				
13,30			107	54				
13,40								
13,50	214	140	107	54	160	108		
13,60								
13,7;13,75;13,80;13,90;14,00			107	54				
14,25;14,50;14,75;15,00	220	144	111	56	169	114		
15,25;15,40;15,50	227	149	115	58	178	120		
15,70								
15,75								
16,00	227	149	115	58	178	120		
16,25;16,50;16,75;17,00	235	154	119	60	185	125		
17,25;17,40;17,50;17,75;18,00	241	158	123	62	195	130		
18,25;18,50;18,75;19,00	274	162	127	64	200	135		
19,25;19,40;19,50;19,75;20,00	254	166	131	66	205	140		

Chú thích:
1 - d đường kính mũi khoan; L chiều dài mũi khoan; l chiều dài phần làm việc
2 - Mũi khoan có các thông số nằm trong dấu ngoặc được chế tạo theo đơn đặt hàng.

Dựa theo sự thay đổi kích thước L, l, người ta chia các loại mũi khoan đuôi côn thành 3 kiểu ký hiệu I; II và III (bảng 4-42).

Bảng 4-42. *Kích thước mũi khoan ruột gà đuôi côn.*

d	Kiểu						
	I		II			III	
	L	l	L*	l	L**	L	l
5,0;5,2			133	52			
5,5;5,8			138	57			
6,0	225	145				160	80
6,1							
6,2			144	63			
6,3	230	150				165	85

(tiếp bảng 4-42)

d	Kiểu						
	I		II			III	
	L	l	L*	l	L**	L	l
6,4;6,5;6,6			144	63			
6,7							
6,8			150	69			
6,9						170	90
7,0	235	155	150	69			
7,10							
7,20	235		150	69			
7,30						170	90
7,40			150	69			
7,50	235	155					
7,60	235	155	156	75			
7,70							
7,80			156	75			
7,90	240	160				180	100
8,00			156	75			
8,10	240	160					
8,20			156	75			
8,30						180	100
8,40;8,50			156	75			
8,60;8,70							
8,80			162	81			
8,90	245	165					
9,00			162	81			
9,10						190	110
9,20			162	81			
9,30;9,40	245	165					
9,50			162	81			
9,60;9,70							
9,80	250	170	168	87		200	120
9,90							
10,0			168	87			
10,10							
10,20			168	87			
10,30;10,40	250	170				200	120
10,50			168	87			
10,60							
10,70							
10,80			175	94			
10,90							
11,0	225	175	175	94			
11,10							
11,20			175	94			
11,30;11,40						210	130
11,50			175	94			
11,60							
11,70	225	175					
11,80			175	94			
11,90							
12,00			182	101	199		
12,10	260	180				220	140

(tiếp bảng 4-42)

12,20			182	101	199		
12,30;12,40							
12,50			182	101	199		
12,60;12,70							
12,80	260	180	182	101	199	220	140
12,90							
13,00	260	180	182	101	199		
13,10						220	140
13,20			182	101	199		
13,30	265	185				230	150
13,40							
13,50	265	185	189	108	206		
13,60							
13,70	265	185					
13,75			189	108	206		
13,80	265	185					
13,90						230	150
14,00	265	185	189	108	206		
14,25;14,5;14,75;15,00	290	190	212	120		255	155
15,25						260	160
15,40	295	195	218			(260)	(160)
15,50;15,75;16,00						260	160
16,25;16,5;16,75;17,00	300	200	223	125		265	165
17,25						270	170
17,40;17,50	305	205	228	130		(270)	(170)
17,75						270	170
18,00	305	205	228	130		270	170
18,25;18,50;18,75;19,00	310	210	233	135	256	275	175
19,25						280	180
19,40	320	220	238	140	261	(280)	(180)
19,50;19,75;20,00						280	180
20,25;20,50;20,75						285	185
20,90	330	230	243	145	266	(285)	(185)
21,00						285	185
21,25;21,50	335	235					
21,75			248	150	271	290	190
22,00;22,25	335	235					
22,50;22,75;23,00	340	240	253	155	276	295	195
23,25;23,50	360		276			320	200
23,75;23,90;24,00;24,25; 24,50;24,75;25,00	365	245	281	160		325	203
25,25;25,50;25,75;26,00 26,25;26,50	375	255	286	165		335	215
26,75;27,00;27,25;27,50 27,75;28,00	385	265	291	170	319	345	225
28,25;28,50;28,75;29,00 29,25;29,50	395	275	296	175	324	350	230
29,75							
30,00	395	275					
30,25;30,50;30,75;31,00 31,25;31,50			301	180	329		
31,75			306		334		
32,00;32,25;32,50;33,00 33,25;33,50			334	185			

(tiếp bảng 4-42)

d	Kiểu						
	I		II			III	
	L	l	L*	l	L**	L	l
34,00;34,50;35,00;35,25;35,50			339	190			
35,75;36,00;36,25;36,50;37,00;37,50			344	195			
38,00;38,25;38,50;39,00;39,25;39,50 40,00			349	200			
40,50;41,00			354	205	392		
41,25;41,50;42,00;42,50			354	205	392		
43,00;43,25;43,50;44,00;44,50;45,00			359	210	397		
45,25;45,50;46,00;47,00;47,50			364	215	402		
48,00;48,50;49,00;49,50;50,00			369	220	407		
50,50			374		412		
51,00;51,50;52,00;53,00			412	225			
54,00;55,00;56,00			417	230			
57,00;58,00;59,00			422	235			
60,00;61,00;62,00;63,00			427	240			
64,00;65,00;66,00;67,00			432	245	499		
68,00;69,00;70,00;71,00			437	250	504		
72,00;73,00;74,00;75,00			442	255	509		
76,00			447		514		
77,00;78,00;79,00;80,00			514	260			

Đường kính mũi khoan	Côn mooc	Đường kính mũi khoan	Côn mooc
Loại đuôi bình thường		Loại đuôi tăng cường	
5 - 14	1	12 - 14	2
14,25 - 23	2	18,2 5 -23	3
23,25 - 31,75	3	26,75 - 31,75	4
32 - 50,50	4	40,5 - 50,50	5
51 - 76	5	64 - 75	6
76 - 80	6		

* Chiều dài mũi khoan có đuôi bình thường
** Chiều dài mũi khoan có đuôi tăng cường
Chú ý: xem thêm phần chú thích ở bảng 4-41.

Các thông số hình học của mũi khoan

Hình dạng và kích thước lưỡi cắt của mũi khoan được giới thiệu ở hình 4-16 và các bảng 4-43 ÷ 4-45.

Đối với mũi khoan dùng trên máy CNC, để nâng cao hiệu quả về độ chính xác định tâm khi khoan, các thông số hình học được giới thiệu ở hình 4-17.

Khi mài hai mặt (hình 4-17a) thì kích thước P = r lấy theo đường kính mũi khoan d:

d, mm	5 - 8	8 - 12	12 - 14
P = r , mm	0,6	0,8	1,0

Khi mài theo hình 4-17b thì n<0,02d.

Khi mài ba mặt (hình 4-17c) thì các thông số lấy theo bảng 4-46, ở đây kích thước b lấy bằng 0,85k mà k là chiều dầy của lõi khoan cho phép.

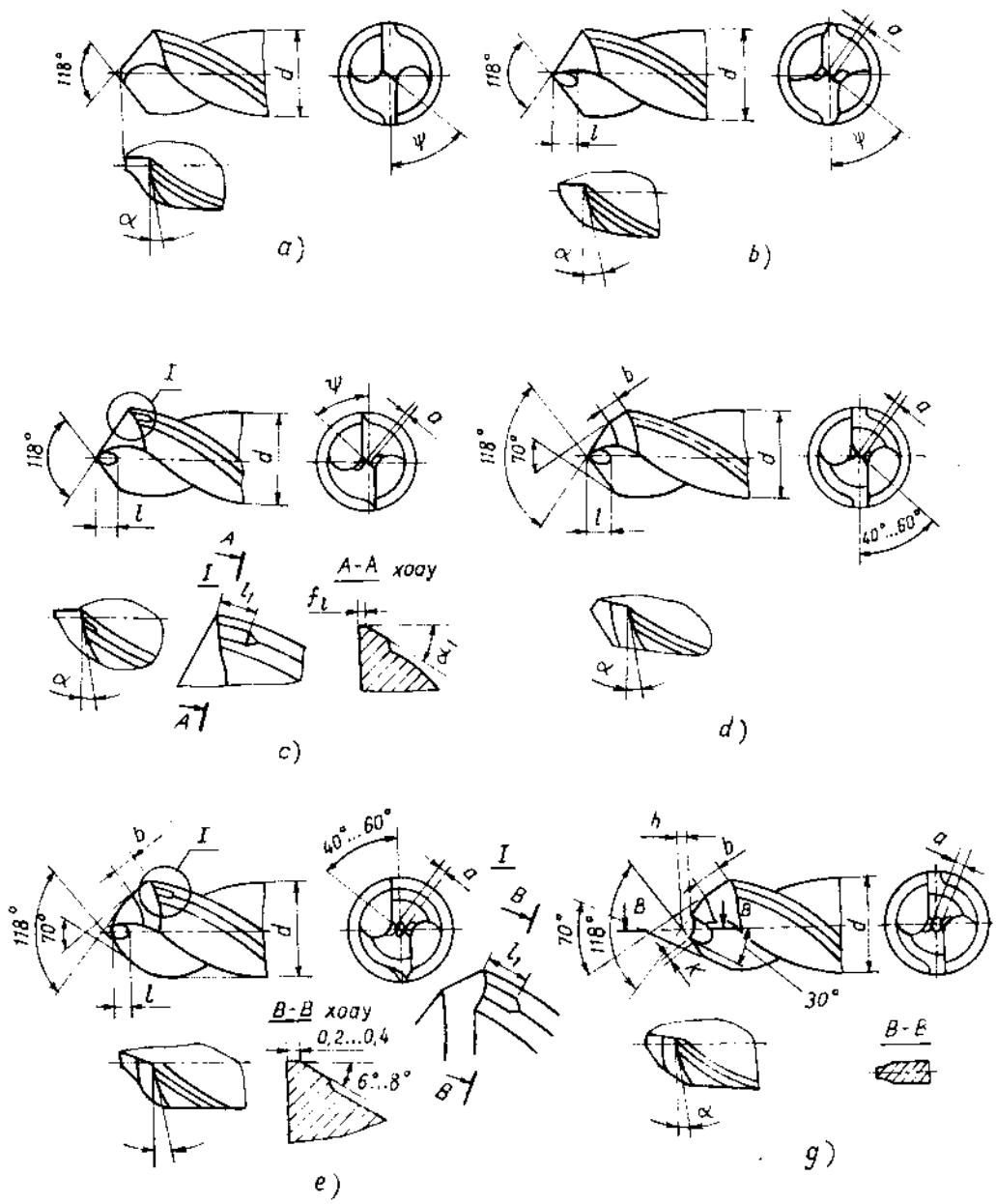
Người ta ký hiệu các hình dạng lưỡi cắt của mũi khoan theo các chữ cái (của tiếng Nga) theo các vật liệu được gia công ở bảng 4-43.

Bảng 4-43. *Hình dạng lưỡi cắt mũi khoan cho các vật liệu gia công khác nhau*

Hình dạng lưỡi cắt mũi khoan	Vật liệu gia công
Bình thường H	Thép, thép đúc, gang
Bình thường, có mép ngang mài sắc HII	Thép, thép đúc có $\sigma_B \le 500$ MPa, có vỏ cứng
Bình thường , có mép ngang và lưỡi cắt mài sắc HПA	Thép, thép đúc có $\sigma_B \le 500$ MPa, không có vỏ cứng
Hai phần có mép ngang mài sắc ΔП	Thép đúc có $\sigma_B \le 500$ MPa, có vỏ cứng và gang cùng với vỏ cứng
Hai phần có mép ngang và lưỡi cắt mài sắc ΔПA	Thép, thép đúc có $\sigma_B \le 500$ MPa, không có vỏ cứng
Hai phần mài sắc và mép cắt ngang ΔП-2	Gang không có vỏ cứng

Bảng 4-44. *Các thông số hình học của lưỡi cắt mũi khoan. (xem hình 4-16 a, b, c), mm*

d	Mài			Mép ngang		Lưỡi (dải) cắt		
	Góc sau α^0		Góc nghiêng của mép ngang φ^0	a	l	l_t	f_l	α_l^0
	Khi mài một mặt	Khi mài hai mặt và xoắn vít						
>0,24 ÷ 0,60	30	20	Không dùng					
>0,60 ÷ 0,95								
>0,95 ÷ 1,70		18						
>1,70 ÷ 3,00								
>3,00 ÷ 7,5		16	40 ÷ 60					
>7,5 ÷ 9,5				1,0	2,0			
>9,5 ÷ 11,8		12		1,2	2,5			
>11,8 ÷ 16				1,5	2,5	1,5		
>16 ÷ 20				2,0	3,5			
>20 ÷ 25				2,5	4,5	2,0		
>25 ÷ 31,5				3,0	5,5			
>31,5 ÷ 40		11		3,5	6,0	3,0	0,2 ÷ 0,4	6 ÷ 8
>40 ÷ 50				5,0	8,0			
>50 ÷ 63				6,0	10,0	4,0		
>63 ÷ 71				7,0	12,0			
>71 ÷ 80				8,0	14,0			



Hình 4-16. *Hình dạng lưỡi cắt mũi khoan xoắn vít*
a) Bình thường, không có phần mài sắc thêm ngoài góc 118°
b) Bình thường, có mép ngang mài sắc; c) Bình thường, có mép ngang và lưỡi cắt ngang mài sắc;d) Hai phần có mép ngang mài sắc; e) Hai phần có mép ngang và lưỡi cắt ngang mài sắc;g) Hai phần mài sắc và mép ngang cắt ·

Bảng 4-45. *Các thông số hình học lưỡi cắt mũi khoan khi mài theo hai phẩn (hình 4-16, d, e, f, g), mm*

d	Mài	Mép ngang	Lưỡi ngang				l_1
	Góc sau α^0	b	a	l	h	k	
12 ÷ 16,0	12	2,5	1,5	3	1,5	2,3	1,5
>16,0 ÷ 20,0		3,5	2,0	4	2,0	2,9	
>20,0 ÷ 25,0		4,5	2,5	5	2,5	3,6	
>25,0 ÷ 31,5		5,5	3,0	6	3,0	4,5	2,5
>31,5 ÷ 40,0		7,0	3,5	7	3,5		
>40,0 ÷ 50,0		9,0	5,0	9			3,0
>50,0 ÷ 63,0	11	11,0	6,0	11	4,0	5,3	
>63,0 ÷ 71,0		13,0	7,0	13			4,0
>71,0 ÷ 80,0		15,0	8,0	15			

Bảng 4-46. *Các thông số hình học của mũi khoan khi mài theo 3 mặt (hình 4-17c), mm*

Đường kính mũi khoan d (mm)	Δ không lớn hơn (mm)	$2\varphi^0$ (sai lệch giới hạn ± 3°)	α^0_1(sai lệch giới hạn ± 3°)	Ψ^0(sai lệch giới hạn ± 5°)	$\alpha^0_1 N$	$\alpha^0_1 N$	$\alpha^0_1 N$
5 ÷ 7,5	0,15		16		9		46
7,5 ÷ 18	0,25	118	12	40	6	25	48
18 ÷ 32	0,35		11		5		49

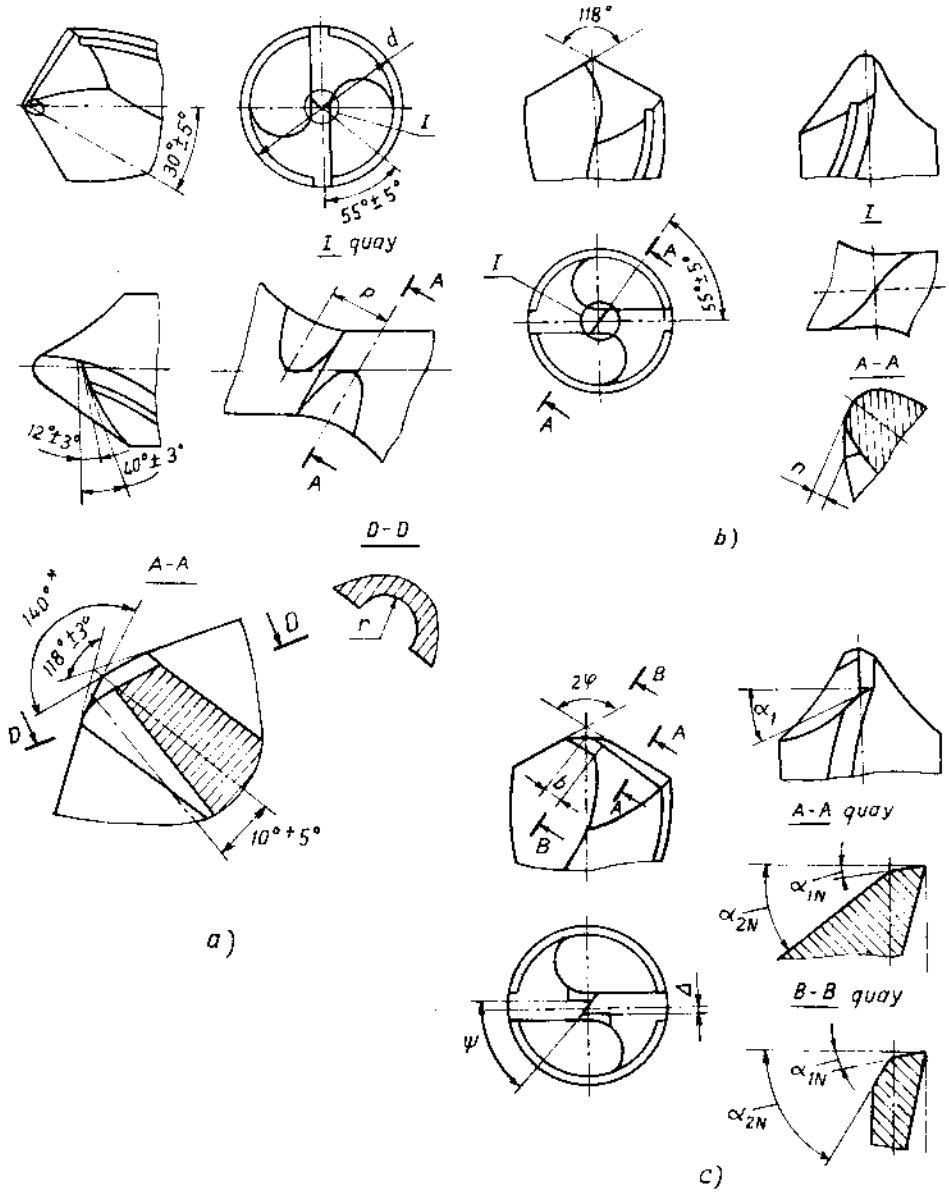
Bảng 4-47.*Các loại mũi khoét thường dùng.*

Tên các loại mũi khoét	D	L	l	d
Mũi khoét liền khối:				
Chuôi côn	10 - 40	160 - 350	80 - 200	
Chuôi lắp	32 - 80	30 - 52	10 - 18	13 -32
Mũi khoét lắp mảnh hợp kim cứng:				
Chuôi côn	15 - 40	180 - 355	85 - 210	
Chuôi lắp	32 - 80	40 - 65		
Mũi khoét ghép từ các mảnh dao bằng thép gió	50 - 100	60 - 76		22 - 40
Mũi khoét ghép từ các mảnh dao bằng hợp kim cứng:				
Chuôi côn	30 - 50	262 - 308		
Chuôi lắp	50 - 100	58 - 74		22 - 40
Mũi khoét gắn mảnh hợp kim cứng để gia công các chi tiết bằng thép , thép không gỉ và thép chịu nhiệt:				
Chuôi côn	12 - 50	182 - 369	101 - 220	
Chuôi lắp	32 - 80	50 - 90	14 - 22	16 - 40
Mũi khoét lắp mảnh hợp kim cứng để gia công thép , thép hợp kim không gỉ và thép chịu nhiệt:				
Chuôi côn	30 - 50	262 - 308		
Chuôi lắp	50 - 80	58 — 69		22 - 32

(tiếp bảng 4-47)

Tên các loại mũi khoét	D	L	l	d
Mũi khoét liền khối hợp kim cứng để gia công các chi tiết bằng thép , thép không gỉ và thép chịu nhiệt:				
Chuôi trụ	3 - 10	61 - 133	12 - 20	
Chuôi côn	7,8 - 12	156 - 182	18 - 22	
Mũi khoét để gia công các chi tiết bằng hợp kim nhẹ:				
Chuôi trụ:				
$\varphi^0 = 30^0$	3 - 9	61 - 125	33 - 81	
$\varphi^0 = 90^0$				
Chuôi côn:				
$\varphi^0 = 30^0$	10 - 35	168 - 339	87 - 190	
$\varphi^0 = 90^0$				
Mũi khoét chuôi côn gắn mảnh hợp kim cứng để gia công các chi tiết bằng hợp kim nhẹ.	18 - 35	228 - 339	130 - 190	
Mũi khoét lắp ghép để gia công các chi tiết bằng hợp kim nhẹ.	36 - 80	50 - 80		
Mũi khoét lắp ghép, gắn mảnh hợp kim cứng để gia công các chi tiết bằng hợp kim nhẹ.	36 - 80	50 - 80		16 - 32
Mũi khoét để gia công các mặt tựa kẹp chặt chi tiết:				
Chuôi trụ	2,3 - 14	40 - 100	6 - 20	16 - 32
Chuôi côn	11 - 40	125 - 250		
Chuôi lắp	34 - 63	40 - 50		
Mũi khoét trụ gắn mảnh hợp kim cứng để gia công các mặt tựa kẹp chặt chi tiết:				
Chuôi côn	15 - 40	140 - 250		
Chuôi lắp	34 - 63	40 - 50		
Mũi khoét trụ, thay đổi được hướng của cố trục (dùng cho máy điều khiển chương trình số):			22 - 30	
Chuôi trụ	15 - 24	125	22 - 40	
Chuôi côn	15 - 40	132 - 190		
Mũi khoét răng ngược bằng thép gió:				
Một phía	25 - 100			
Hai phía	22 - 25			
Mũi khoét răng ngược, gắn mảnh hợp kim cứng	25 - 50			

Chú thích: D - đường kính mũi khoét; L - chiều dài toàn bộ; l - chiều dài phần làm việc; d - đường kính lỗ lắp ghép của loại mũi khoét chuôi lắp.

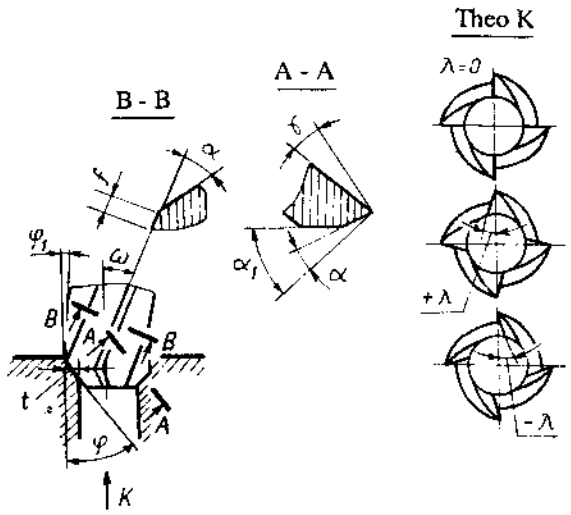


Hình 4-17. *Hình dạng lưỡi cắt mũi khoan dùng cho máy NC*

2. Mũi khoét

Khoét là dụng cụ gia công lỗ nhằm mục đích nâng cao độ chính xác của lỗ sau khoan hoặc dùng cho nguyên công trung gian trước doa.

Bảng 4-48. *Các thông số hình học của mũi khoét, mm*



Vật liệu gia công	γ^0 khi phần cắt bằng		α^0	φ^0	φ^0_1	ω^0	f,mm
	Thép gió	Hợpkim cứng					
Thép và thép đúc							
HB ≤ 180	15-20					25-30	
HB 180 - 225	12-15	0					0,8-2
HB 225 - 270	5-10	0-(-5)				10-20	
HB > 270		-10					
Thép chống gỉ, bền nhiệt.Thép tôi đến độ cứng HRC 51	0-3		6-15	30-40	15-20	15-20	0,5-1
		-15	10	60	15	10-20	0,8-2
Hợp kim chịu nhiệt	10		8-10	30			0,5-1
Hợp kim titan	4-6		9-11	45		20	0,3-0,5
Gang HB< 150	10-12	8					
HB 150-200	6-8	5	8-10	30-60	30	10	0,8-2
HB> 200		0					
Hợp kim nhôm và đồng	25-30	10-20		60		10-20	
Hợp kim manhê			10	45-60		20-25	0,5-1

Chú thích:

1/ Để tăng tuổi bền của mũi khoét, cần phải tạo ra mép cắt chuyển tiếp có chiều dài l=3t với góc φ - Tạo ra lưỡi dao của mũi khoét bằng thép gió với chiều dài 1,5-2mm kể từ đỉnh mũi khoét. Mài mặt sau theo hai bề mặt: có góc $\alpha = 8 \div 10^0$ trên chiều dài 0,6 ÷ 1,5mm, phần còn lại góc $\alpha_1 = 15 \div 20^0$. Khi gia công gang dùng mũi khoét gắn hợp kim cứng thì góc $\alpha = 10 \div 17^0$, $\alpha_1 = 20 \div 25^0$.

2/ Góc trước âm của mũi khoét gắn hợp kim cứng được tạo nên bằng cách vát đi chiều rộng 1,5 - 3mm trên mặt trước.

3/ Góc nghiêng của lưỡi cắt dụng cụ:

$\lambda = 0^0$ khi gia công thép, gang, đồng.

$\lambda = +3^0 \div +5^0$ để tạo điều kiện thoát phoi tốt hơn.

(tiếp bảng 4-48)

$\lambda = +12^0 \div +20^0$ để tăng phần cắt cho lưỡi khoét có gắn mảnh hợp kim cứng.

4/ Đối với vật liệu cứng thì cần phải lấy nhỏ đi, còn vật liệu mềm thì tăng lên cho giá trị của góc α, ω và λ.

5/ Đối với các mũi khoét gắn các lưỡi dao bằng mảnh thép gió hoặc gắn mảnh hợp kim cứng thì lấy $\gamma = 3^0$; $\alpha = 6 \div 8^0$, $\alpha_1 = 15 \div 20^0$. Với mũi khoét thép gió $\varphi = 45 \div 60^0$ và $\omega = 20^0$. Với mũi khoét gắn mảnh hợp kim cứng thì $\varphi = 60^0$, $\varphi_0 = 30^0$ và $\omega = 12^0$-15^0;

6/ Để khoét các lỗ có vách gián đoạn thì mũi khoét có $\omega^0 = 20^0 \div 30^0$ (không phụ thuộc vào vật liệu gia công).

Phần làm việc của mũi khoét thường được chế tạo bằng thép gió (có độ cứng HRC 63 ÷ 66). Cũng có thể thay thế bằng thép 9XC.

Với các phần làm việc gắn mảnh hợp kim cứng thì thường dùng các loại mác hợp kim BK6; BK8; BK8B; T15K6;BK6M; T14K8. Tuỳ theo dung sai của lỗ được chế tạo mà người ta chia ra các loại mũi khoét số 1 (thô) và mũi khoét số 2 (tinh). Mũi khoét số 1 để khoét lỗ trước khi doa, còn mũi khoét số 2 để gia công tinh lần cuối.

3. Mũi doa.

Mũi doa là loại dụng cụ gia công tinh lỗ đã qua khoan hoặc khoan và khoét.

Bảng 4-49. *Kích thước các loại doa thường dùng , mm*

Tên mũi doa	D	L	l
Mũi doa kiền khối:			
Chuôi trụ	2 ÷ 16	49 ÷ 170	11 ÷ 52
Chuôi côn	5,5 ÷ 50	138 ÷ 344	26 ÷ 50
Chuôi lắp , d = 3-22 mm	25 ÷ 50	45 ÷ 63	32 ÷ 42
Mũi doa máy có phần làm việc kéo dài	7 ÷ 32	134 ÷ 380	54 ÷ 210
Mũi doa máy có gắn các lưỡi bằng thép gió:			
Chuôi côn	32 ÷ 50	292 ÷ 344	38 ÷ 45
Chuôi lắp d = 16 - 40 mm	40 ÷ 100	63 90	40 ÷ 56
Mũi doa máy có gắn các mảnh hợp kim cứng:			
Chuôi côn	10 ÷ 32	140 340	16 ÷ 18
Chuôi lắp , d = 16 - 22 mm	32 ÷ 50	40 55	32
Mũi doa lắp ghép có các lưỡi dao rút ngắn, gắn mảnh hợp kim cứng, d=22-80.	52 ÷ 300	55 100	25 ÷ 58
Mũi doa máy điều chỉnh được, gắn mảnh hợp kim cứng, chuôi côn.	10 ÷ 40	181,5 322	114 ÷ 195
Mũi doa máy liền khối, chuôi côn bằng hợp kim cứng.	6,5 ÷ 12,0	120 150	18 ÷ 22
Mũi doa máy liền khối, chuôi trụ bằng hợp kim cứng:			
Răng thẳng	1 ÷ 10	60 100	12 20
Răng nghiêng 10^0	3 ÷ 10	60 100	12 20

(tiếp bảng 4-49).

Tên mũi doa	D	L	l
Mũi doa để gia công các chi tiết bằng hợp kim nhẹ:			
Chuôi trụ	6 - 9,5	90 - 100	25 - 30
Chuôi côn	10 - 32	140 -240	16 - 25
Hợp kim cứng chuôi trụ	6 - 9,5	90 - 100	18 - 20
Hợp kim cứng chuôi côn	10 - 32	140 -240	16 - 22
Mũi doa lắp ghép rời để gia công các chi tiết bằng hợp kim nhẹ:			
Răng thẳng liền khối			
Liền khối có rãnh xoắn (12^0)			
Liền khối có răng mặt đầu	25 - 80	45 - 90	32 - 63
Gắn mảnh hợp kim cứng			
Lắp các lưỡi dao bằng thép gió.	40 - 80	54 - 84	28 - 36
Mũi doa máy gắn mảnh hợp kim cứng để gia công các vật liệu chống gỉ và bền nhiệt:			
Chuôi côn	10 - 32	140 - 296	16 - 22
Chuôi lắp	32 - 50	50 - 63	32
Mũi doa côn:			
Côn 1 : 30 chuôi trụ	13 - 60	120 - 270	
Côn 1 : 30 chuôi côn	13 - 100	160 - 460	
Côn 1 : 50 chuôi côn	5 - 50		

Chú thích: D - đường kính mũi doa; L - chiều dài toàn bộ mũi doa; l - chiều dài phần làm việc của mũi doa; d - đường kính lỗ lắp ghép của loại doa lắp ghép (rời).

Các thông số hình học của mũi doa bằng thép gió và loại lắp các mảnh hợp kim cứng được giới thiệu ở các bảng 4-50 ÷ 4- 53.

Trong một số trường hợp cụ thể, các góc của mũi doa được tính toán theo điều kiện cắt cụ thể:

-Góc trước $\gamma = 5 \div 10^0$ để doa thô và để gia công các kim loại đặc biệt dẻo (thép chống gỉ v... v.). Với các mũi doa gắn hợp kim cứng thì góc trước âm được tạo nên bằng cách vát đi $f_{vát} = 0,2 \div 0,3$ mm (để doa thép đã tôi thì $f_{vát} = 2 \div 3$ mm), các phần còn lại thì $\gamma = 0^0$.

- Góc sau α các trị số lớn (xem bảng 4-53) để doa thô và doa các lỗ có đường kính nhỏ, còn giá trị nhỏ là để gia công tinh. Với các mũi doa điều chỉnh được, gắn hợp kim cứng thì mặt sau được mài theo hai góc: $\alpha=5 \div 8^0$ có chiều dài $l_1=0, 5 \div 1,5$ mm, phần còn lại $\alpha_1 = 10 \div 20^0$. Trên phần định kích thước (phần sửa đúng) của mũi doa, giữ nguyên lưỡi cắt theo hình trụ: đối với mũi doa máy $l_1=0,05 \div 0,3$ mm (khi gia công kim loại dẻo 0,05-0,08 mm), đối với doa tay $l_1 = 0,15 \div 0,18$ mm. Góc α trên phần định kích thước (phần sửa đúng) cũng giống như trên phần mép cắt.

-Góc nghiêng φ để gia công các lỗ thủng: với mũi doa tay $\varphi=0,5 \div 1,5^0$, mũi doa máy để gia công kim loại dẻo thì $\varphi=12 \div 15^0$. Để gia công vật liệu dòn, cứng và vật liệu khó gia công $\varphi=3 \div 5^0$.

Để gia công các lỗ tắc(không có lỗ trước), trước khi gia công các

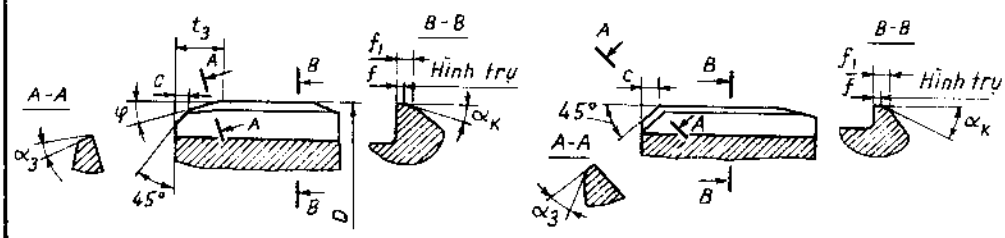
loại vật liệu: ở mũi doa tay $\varphi=45^0$; còn ở mũi doa máy $\varphi=60^0$. Ở mũi doa có gắn hợp kim cứng thì thường $\varphi=15^0$ có mài vát mặt đầu góc 45^0. Để giảm độ nhám bề mặt gia công, thì mép cắt của doa gắn hợp kim cứng được chế tạo thành 3 phần dưới các góc 45^0, 15^0 và $2 \div 5^0$ (trên chiều dài $l_1 = 0,8 \div 2$ mm). Người ta gia công thép đã nhiệt luyện bằng mũi doa gắn hợp kim cứng có $\varphi=15^0$, với chuyển tiếp lưỡi cắt có chiều dài $l_1 = 1,5 \div 2$ mm và góc $\varphi_1=1^0 30' \div 2^0$. Ở mũi doa điều chỉnh thì $\varphi=45^0$ để gia công thép và $\varphi=5^0$ để gia công gang.

-Góc nghiêng của rãnh xoắn vít ω. Các mũi doa tiêu chuẩn có các rãnh thẳng ($\omega = 0^0$). để nhận được các lỗ có độ chính xác và chất lượng bề mặt cao, cũng như để doa các lỗ có các rãnh dọc người ta dùng các mũi doa xoắn vít.

Để gia công gang xám và thép cứng thì thì dùng mũi doa có $\omega=7 \div 8^0$; gia công gang dẻo và thép cứng trung bình thì $\omega = 12 \div 20^0$, còn để gia công hợp kim nhôm cũng như các loại vật liệu nhẹ khác thì lấy $\omega=35 \div 45^0$; đối với các mũi doa điều chỉnh được thì $\omega = 3^0$.

Bảng 4-50. *Các thông số hình học của lưỡi cắt mũi doa trụ, mm*

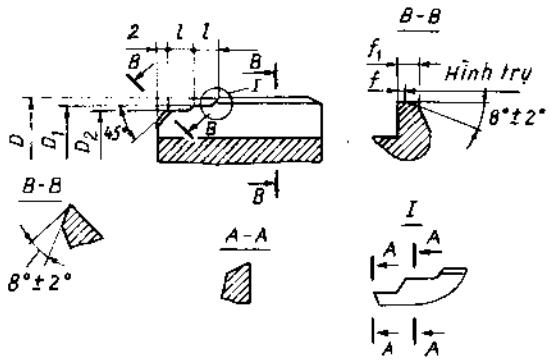
Kiểu 1-phần làm việc có góc nghiêng chính $\varphi^0=15^0$ hoặc $\varphi^0=5^0$ Kiểu 2-phần làm việc có góc nghiêng chính $\varphi^0=45^0$



D	l_3		Kiểu		f_1	f	α^0_3	α^0_k	Chú thích
	$\varphi^0=5^0$	$\varphi^0=15^0$	1	2					
3-4 >4 - 6	2	1		1	0,25-0,45 0,4-0,6	0,1	10	15	Để gia công các lỗ có độ chính xác cấp 8 và cao hơn thì phải mài mũi doa, khi đó vành đai để mài có chiều rộng 0,05÷ 0,1mm. Việc mài phần cắt, sửa đúng và phần chuyển đổi có dạng mép cắt chuyển tiếp góc 1°-2° được tiến hành trong cùng một lần gá
>6-9 >9-17	4,5	2,5	1		0,5-0,9 0,8-1,2	0,15	8	10	
>17-24 >24-28			1,5	1,5	1-1,4 1,2-1,6	0,2			
>28-34 >34-40 >40-45 >45-50	6,5	3,5	2,0	2,0	1,3-1,8 1,5-2,0 1,6-2,1 1,8-2,4	0,3 0,35			

(tiếp bảng 4-50)

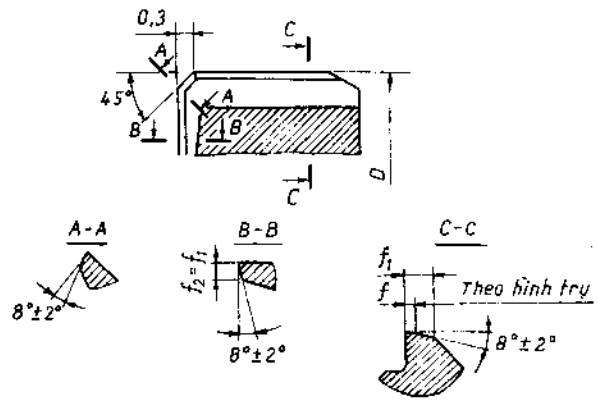
Kiểu 3 - phần cắt chia bậc (vành tròn)



D	l	f	f_1
10	2	0,15	0,6-0,9
> 10-17-		0,20	0,8-1,2
>17-24	3	0,2	1,0-1,4
>24-30		0,3	1,2-1,6
>30-34		0,3	1,3-1,8
>34-40		0,3	1,5-2,0
>40-45		0,35	1,6-2,1
>45-50		0,35	1,8-2,4

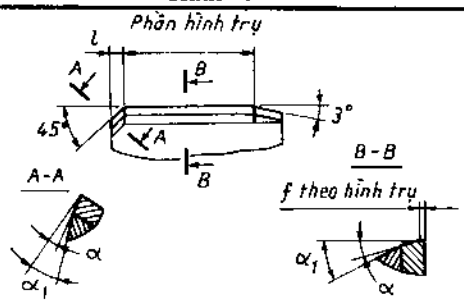
Chú thích: 1/ Mũi doa có vành tròn được mài,dùng khi lấy lớp lượng dư lớn
2/ Mũi doa có bậc: D_1= D-0,2 mm; D_2=D_1 - 0,5 mm.

Thông số hình học của lưỡi cắt mũi doa hình trụ có răng mặt đầu (để gia công lỗ tắc).

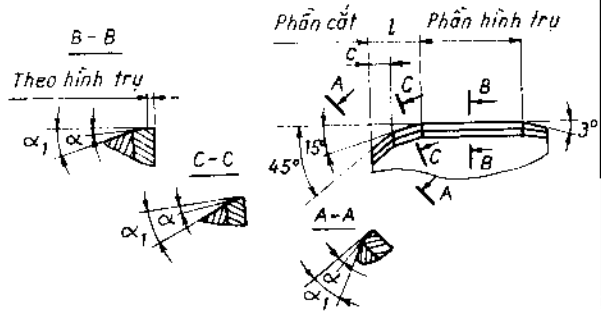
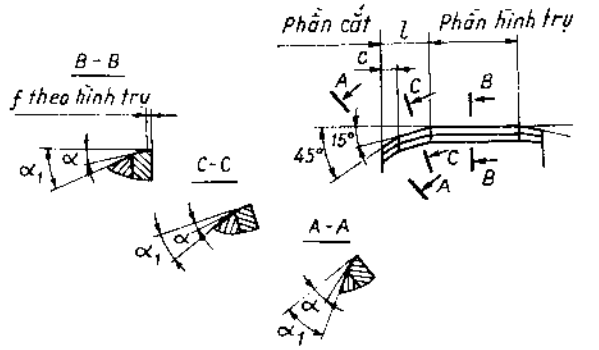


D	f	f_1
10	0,15	0,6-0,9
>10-17	0,2	0,8-1,2
>17-24	0,2	1,0-1,4
>24-30	0,3	1,2-1,6
>30-34	0,3	1,3-1,8
>34-40	0,3	1,5-2,0
>40-45	0,35	1,6-2,1
>45-50	0,35	1,8-2,4

Bảng 4-51. *Các thông số của mũi doa máy liền khối có gắn mảnh hợp kim cứng.*

Kiểu	Hình vẽ	Phạm vi ứng dụng
I		Doa các lỗ thủng và lỗ tắc cấp chính xác 8-9 và lớp chai cứng của vật liệu dẻo và giòn

(tiếp bảng 4-51)

Kiểu	Hình vẽ	Phạm vi ứng dụng
II		Doa các lỗ thủng có chất lượng bề mặt cao và độ chính xác cấp 7-9 cho vật liệu dẻo
III		Doa các lỗ thủng có chất lượng bề mặt cao và độ chính xác cấp 7-9 cho vật liệu giòn

Bảng 4-52. *Các thông số hình học của doa*
(xem hình ở bảng 4-51), mm

$D_{dăng}$	l dùng cho vật liệu		f	α^0	α^0_1	c
	Dẻo $\varphi^0=15^0$	Giòn $\varphi^0=5^0$				
10 - 10,5 11 - 15	2,5	4,5	0,15-1,25	15	25	1
16 - 19 20 - 22 24 - 25 26 - 30				10		
32 - 50	3,5	6,5	0,2-0,4		20	2

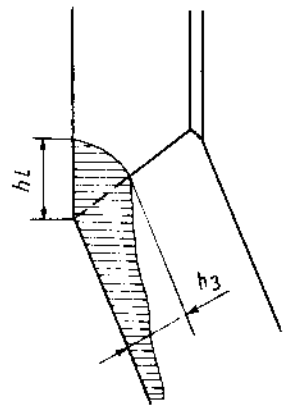
Bảng 4-53. *Các góc của lưỡi cắt mũi doa.*

Vật liệu gia công	Vật liệu phần cắt				Góc nghiêng của răng mũi doa
	Thép gió	Hợp kim cứng	Thép gió	Hợp kim cứng	
	Góc trước γ		Góc sau α		
Thép: Không tôi	0	0 ÷ 15	6 ÷ 12	6 ÷ 8	10 ÷ 20
Tôi cứng HRC 50		-10÷ -15		6	
Thép chống gỉ: Bền nhiệt			5 ÷ 8		
Chịu nhiệt			6 ÷ 10		10 ÷ 15
Hợp kim chịu nhiệt, hợp kim titan	0	0	8 ÷ 10	10	
Gang		0 ÷ -5	6 ÷ 8	10 ÷ 17	15 ÷ 20
Hợpkim đồng, nhôm, hợp kim magiê					

Độ mòn và mài sắc lưỡi mũi doa.

Trong quá trình sử dụng, mũi doa bị mòn cả ở mặt trước và mặt sau của lưỡi cắt (xem hình 4-18). Mũi doa mòn làm giảm độ chính xác và tăng nhấp nhô tế vi trên lớp bề mặt gia công. Vì vậy không dùng các mũi doa đã mòn quá giới hạn cho phép, khi đó cần phải tiến hành mài sắc lại (mài phục hồi). Trị số mòn cho phép trên mặt sau của mũi doa thép gió h_3 = 0,5 ÷ 0,6 mm. Đối với với mũi doa gắn mảnh hợp kim cứng, độ mòn khi gia công gang cho phép h_1 = 0,3 ÷ 0,8 mm, còn khi gia công thép đã qua nhiệt luyện thì độ mòn ở mặt sau h_3 = 0,3 ÷ 0,35 mm. Do vậy cần phải tính toán độ mòn của mũi doa theo đường kính phần định kích thước (phần sửa đúng), sao cho đường kính của lỗ được doa lớn hơn sai lệch giới hạn dưới.

Chất lượng mài sắc lưỡi mũi doa (đạt được các thông số hình học hợp lý) sẽ làm tăng khả năng sử dụng của nó (độ chính xác kích thước và chất lượng bề mặt gia công) cũng như tăng tuổi thọ cuat mũi doa.



Hình 4-18.*Hình dạng mòn của lưỡi cắt mũi doa*

4. Dụng cụ tổ hợp.

Dụng cụ tổ hợp để gia công lỗ thường chia làm hai nhóm: dụng cụ dùng để gia công sơ bộ lỗ đã có sẵn và dùng để gia công lỗ tắc.

Cũng có thể chia theo prôphin của lỗ gia công hoặc theo loại tổ hợp (một kiểu và nhiều kiểu), theo phương pháp tổ hợp các răng lưỡi cắt, theo cấu tạo (liền khối và không liền khối), theo đặc tính của bậc làm việc (cắt nối tiếp nhau hay cắt đồng thời, theo phương pháp dẫn hướng dụng cụ v... v.).

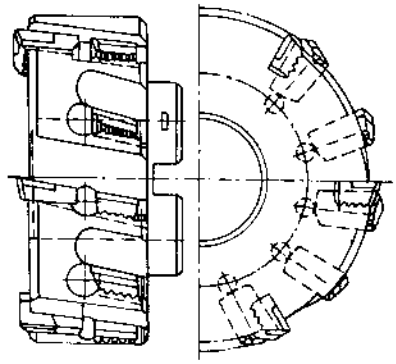
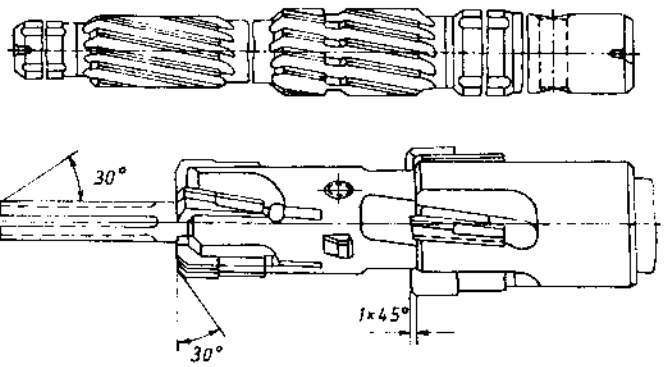
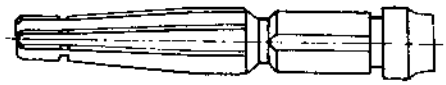
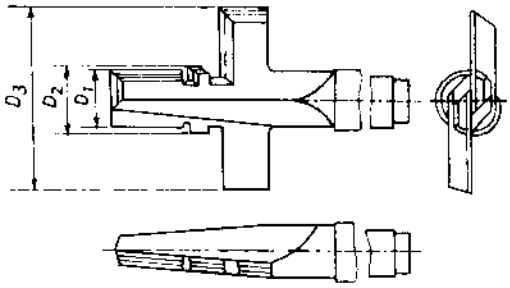
Cũng có thể theo công dụng và hình dạng của các lỗ mà các dụng cụ tổ hợp từ khoan, khoét, doa có thể được chia ra các loại dụng cụ để gia công một lỗ, để gia công các lỗ theo đường thẳng, để gia công thô và tinh, hoặc để gia công lỗ và mặt phẳng.

Kết cấu của dụng cụ tổ hợp phụ thuộc vào hình dạng và kích thước của lỗ, vào vị trí và số lượng của lỗ theo đường thẳng cũng như yêu

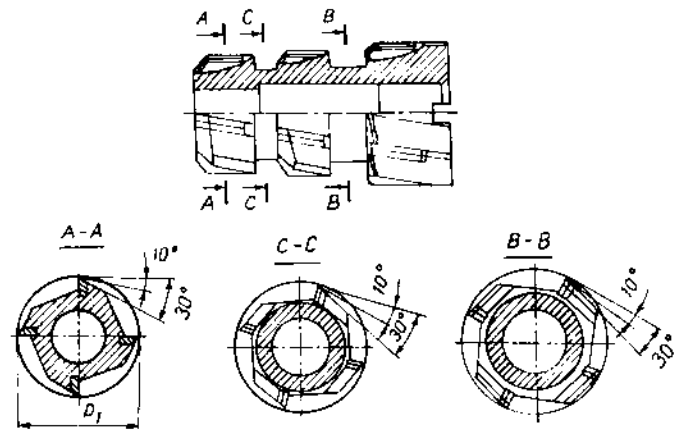
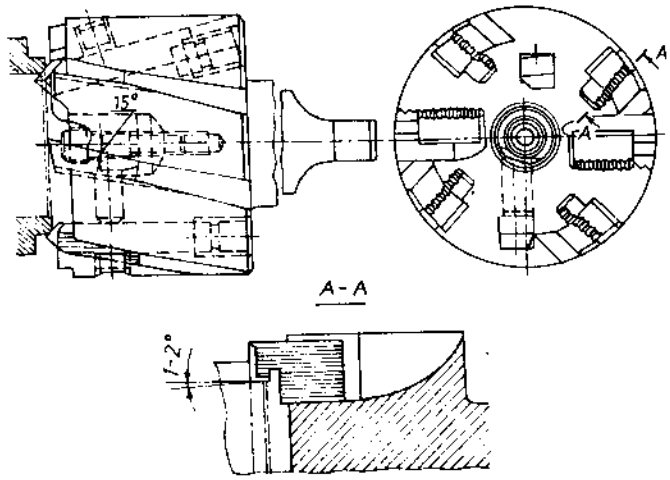
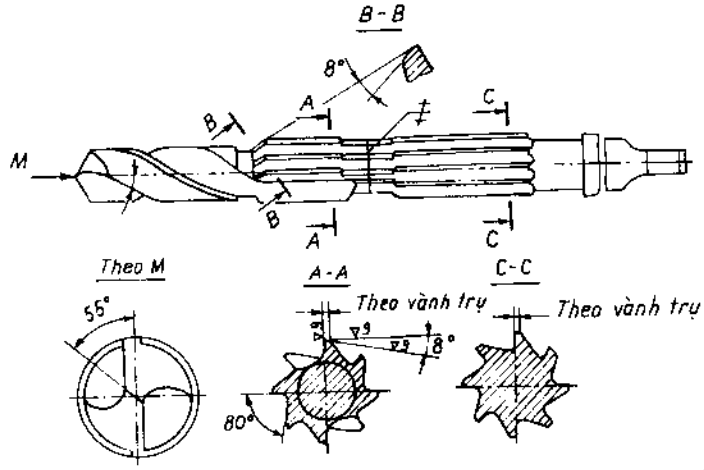
cầu về độ chính xác và độ nhám bề mặt và trị số lượng dư gia công. Các loại dụng cụ tổ hợp chính được giới thiệu ở bảng 4-54.

Các dạng lỗ được gia công bằng dụng cụ tổ hợp giới thiệu ở bảng 4-55.

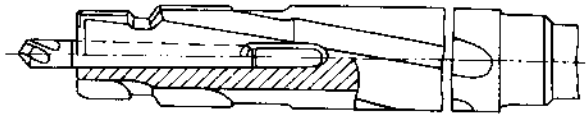
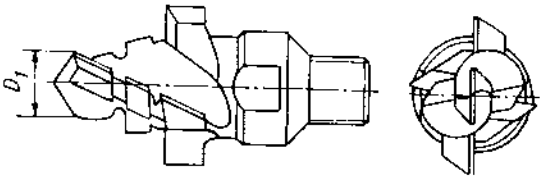
Bảng 4-54. *Các loại dụng cụ tổ hợp để gia công lỗ.*

Hình vẽ	Tính năng
	Mũi khoét - doa răng chắp một bậc làm việc liên tiếp nhau.
	Mũi doa hai bậc liền khối làm việc đồng thời, có dẫn hướng trước và sau. Mũi khoét hai bậc răng chắp làm việc đồng thời có dẫn hướng trước.
	Mũi doa bậc, liền khối theo prôphin răng.
	Mũi khoét ba bậc,liền khối, các bậc làm việc đồng thời

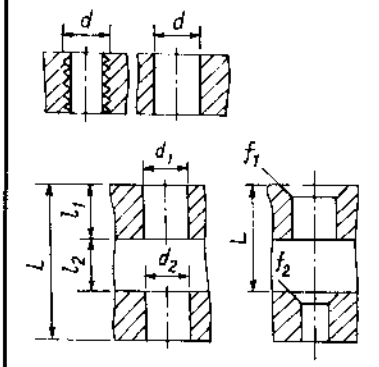
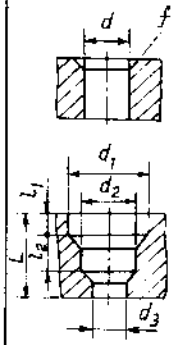
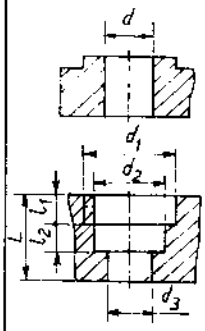
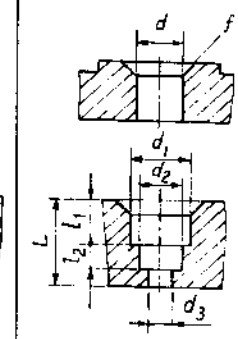
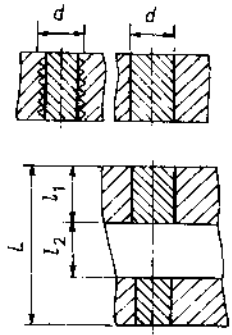
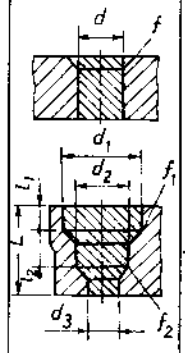
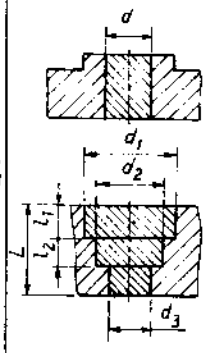
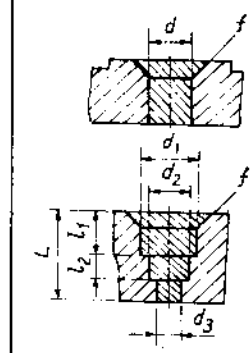
(tiếp bảng 4-54)

Hình vẽ	Tính năng
	Mũi khoét ba bậc, gắn mảnh hợp kim cứng, các bậc làm việc đồng thời
	Mũi khoét răng chắp, các bậc làm việc đồng thời
	Mũi khoan - doa dẫn hướng phía sau, các bậc làm việc liên tiếp nhau

(tiếp bảng 4-54).

	Mũi khoan - khoét hai bậc, cấu tạo lắp ghép: mũi khoan tháo được, mũi khoét không tháo được, các bậc làm việc liên tiếp.
	Mũi khoan - khoét hai bậc, liền khối, các bậc làm việc liên tiếp

Bảng 4-55. *Các dạng bề mặt được gia công bằng dụng cụ tổ hợp*

Trụ, côn riêng rẽ	Trụ, côn	Trụ và mặt phẳng	Trụ, côn và mặt phẳng
Khi có lỗ sẵn			
			
Khi không có lỗ sẵn			
			

IV. Chuốt.

1. Dao chuốt lỗ.

Dao chuốt lỗ dùng để gia công các lỗ tròn, vuông đa cạnh cũng như lỗ rãnh then hoa và các lỗ có các rãnh định hình khác.

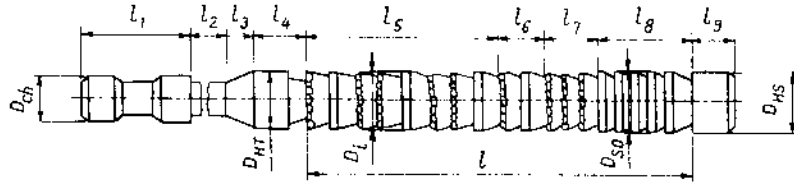
Các số liệu về các loại dao chuốt lỗ chính thường dùng được giới thiệu ở bảng 4-56, các thông số về cấu tạo được chỉ ra ở hình 4-19. Các thông số về một số dao chuốt lỗ không tiêu chuẩn cho ở bảng 4-57.

2. Dao chuốt ngoài.

Dao chuốt ngoài dùng để gia công các bề mặt ngoài các rãnh, các vấu. Dùng dao chuốt ngoài để chuốt có thể thay cho nguyên công phay, bào, mài và các nguyên công khác. Dao chuốt để chuốt ngoài là một loại dụng cụ phi tiêu chẩn.

Khi chuốt ngoài người ta ghép để chuốt nhiều bề mặt trong một nguyên công, muốn vậy dao chuốt phải làm liền thành một khối.

Năng suất và giá thành của nguyên công chuốt không những chỉ phụ thuộc vào lượng dư cắt gọt và các thông số hình học của răng chuốt mà còn phụ thuộc vào cấu tạo của khối dao.



Hình 4-19. *Các thông số chính của dao chuốt lỗ: l - chiều dài làm việc; l_1 - chiều dài chuôi trước; l_2 - chiều dài cổ dao; l_3 - chiều dài côn định hướng; l_4 - chiều dài dẫn hướng trước; l_5 - chiều dài phần cắt thô; l_6 - chiều dài phần chuyển tiếp; l_7 - chiều dài phần cắt tinh; l_8 - chiều dài phần sửa đúng; l_9 - chiều dài phần dẫn hướng sau; D_{ch} - đường kính chuôi; D_{HT} - đường kính phần hướng trước; D_i - đường kính phần răng cắt Z_1 . . .Z_n; D_{SD} - đường kính phần răng sửa đúng; D_{HS} - đường kính phần hướng sau.*

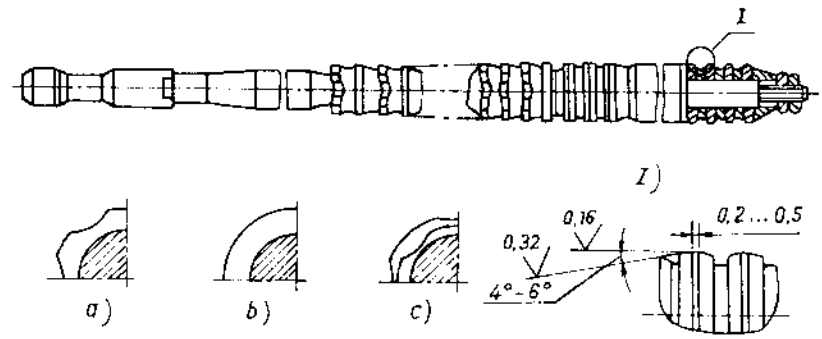
Kết cấu của khối dao ảnh hưởng lớn tới độ chính xác , chất lượng gia công, phương pháp mài sắc lại răng dao và tính kinh tế của việc sử dụng vật liệu dụng cụ. Vì vậy mà khi thiết kế các khối dao chuốt cần phải chú ý phân tán các prôphin phức tạp của chi tiết ra làm nhiều phần đơn giản; phân bố các dao chuốt ; cũng như chọn sơ đồ cắt theo lượng dư; dự kiến hệ thống điều chỉnh lại dao chuốt (ở ngay tại máy hay ở ngoài máy); chọn phương pháp điều chỉnh chuốt thô và chuốt tinh và xác định hướng của lực chuốt lên chi tiết (đặc biệt đối với các chi tiết cứng vững) một cách hợp lý. Chọn phương pháp kẹp chặt dao chuốt lên giá dao, bảo đảm lấy phoi hợp lý và thay dao nhanh.

Các số liệu về dao chuốt ngoài được cho ở bảng 4-58.

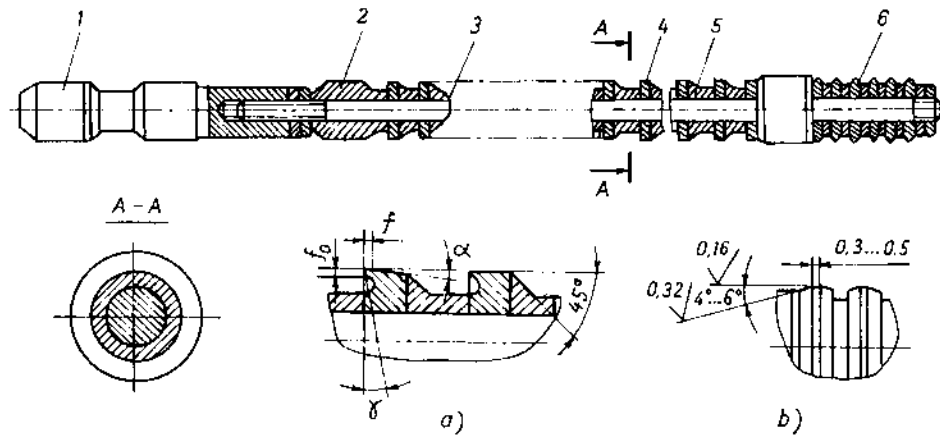
Bảng 4-56. *Các loại dao chuốt để chuốt lỗ (theo tiêu chuẩn)*

Dao chuốt	Công dụng
Dao chuốt tròn đường kính cắt thay đổi 10 ÷ 13 mm	Để gia công các lỗ có dung sai: H7, H8, H9. Độ nhám bề mặt gia công R_a= 0,63 ÷ 2,5 μm
Dao chuốt tròn đường kính cắt thay đổi 14 ÷ 19 mm	Như trên
Dao chuốt lỗ vuông theo cả hai phía, mm: 10 ÷ 12 16 ÷ 60 26 ÷ 41	Để gia công các lỗ vuông có dung sai H11, D11 và B12. Độ nhám bề mặt R_z< 20 μm
Dao chuốt then hoa prrôphin răng thẳng, định tâm bằng đường kính ngoài 20 ÷ 80 mm, cắt tổ hợp thay đổi (một hoặc hai lần chuyển dao, số răng rãnh then hoa 6, 8, 10).	Để gia công các lỗ then hoa, có prôphin thẳng, có dung sai đường kính ngoài H7, H8 và chiều dầy chân F8, F10, Js10. Độ nhám bề mặt cho đường kính ngoài và đường kính trong $R_a \leq 2,5$ μm
Dao chuốt then hoa prrôphin răng thẳng, định tâm bằng đường kính trong, cắt tổ hợp thay đổi (một hoặc hai lần chuyển dao, số răng rãnh then hoa 6, 8, 10)	Để gia công các lỗ then hoa, có prôphin thẳng, có dung sai đường kính trong H7, H8 và chiều dầy chân F8, H8, D9,D10, Js10. Độ nhám bề mặt cho đường kính ngoài và đường kính trong $R_a \leq 2,5$ μm; Cho hai phía bên $R_a \leq 5$ μm
Dao chuốt then hoa prrôphin răng thân khai, định tâm bằng đường kính ngoài 12 ÷ 90 mm, môđun 1 ÷ 5 mm (một hoặc hai lần chuyển dao)	Để gia công các lỗ then hoa, răng thân khai, có dung sai đường kính ngoài H7, H8 và chiều dầy chân 9H và 11H. Độ nhám bề mặt cho đường kính ngoài $R_a \leq 10$ μm; Cho hai mặt cạnh $R_a \leq 20$ μm
Dao chuốt rãnh then có bề rộng 6 ÷ 50 mm	Để gia công các rãnh có dung sai bề rộng Js9; D10. Độ nhám bề mặt cho mặt bên $R_a \leq 5$μm; cho đáy rãnh $R_a \leq 10$ μm
Dao chuốt rãnh then có bề rộng 3 ÷ 10 mm	Như trên
Dao chuốt rãnh then định hình có bề rộng 3 ÷ 10 mm	Để gia công các rãnh có dung sai chiều rộng Js9, D10. Độ nhám bề mặt cho mặt cạnh $R_a \leq 5$ μm; mặt đáy rãnh $R_a \leq 10$ μm

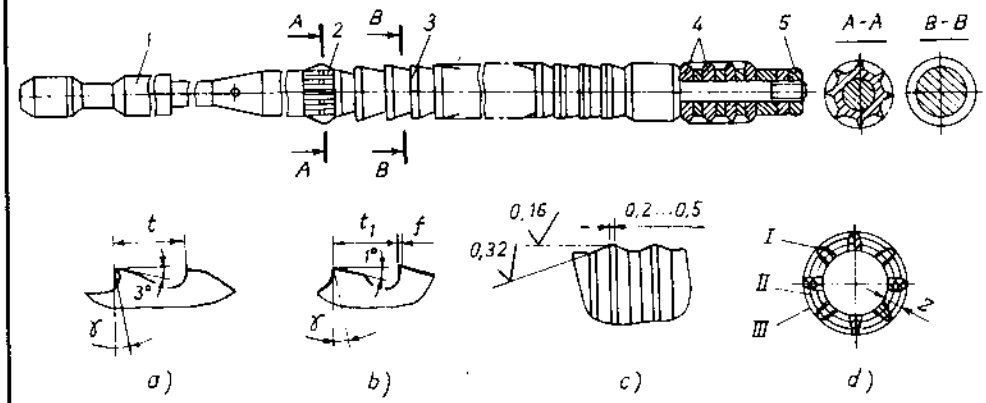
Bảng 4-57. *Các loại dao chuốt lỗ không tiêu chuẩn.*



Dao chuốt tròn lắp ghép với các răng làm bóng bằng hợp kim cứng (vành răng tròn):
a - Prôphin của răng thô, không chẵn; b - Prôphin của răng sửa đúng và thô, chẵn;
c - Prôphin của răng tinh và chuyển tiếp không phân đoạn.
Dùng để gia công các lỗ hình trụ đường kính 20 ÷ 70 mm, có dung sai H7, H9. Nâng cao khả năng gia công từ 2 ÷ 2,5 lần so với dao chuốt tiêu chuẩn.

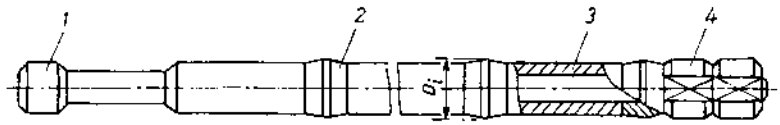


Dao chuốt tròn lắp ghép với các răng làm bóng và cắt gọt bằng hợp kim cứng (vành răng tròn): 1 - Chuôi; 2 - Định hướng phía trước; 3 - Trục tâm; 4 - Răng cắt gọt (răng dao); 5 - Bạc ngăn cách; 6 - Răng làm bóng (vành răng tròn); a - Prôphin của răng sửa đúng và thô; b - Prôphin của răng làm bóng.
Dùng để gia công gang và kim loại mầu.



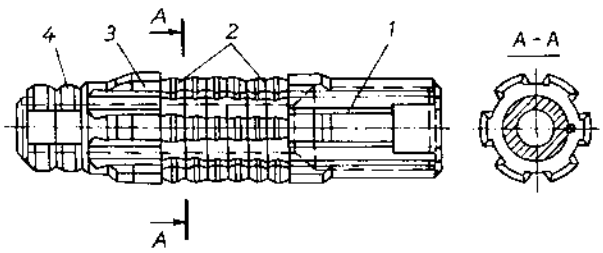
Dao chuốt tròn lắp ghép, thay đổi hình dạng phần cắt và có răng làm bóng: 1 - Chuôi; 2 - Bộ phận thay đổi hình dáng để chia phoi; 3 - Phần cắt; 4 - Răng làm bóng (vành răng tròn); 5 - Đai ốc; a - Prôphin của răng thôvà chuyển tiếp; b - Prôphin của răng sửa đúng và tinh; c - Răng làm bóng; d - Sơ đồ cắt gọt; Z - Lượng dư cắt gọt; I - Thay đổi hình dạng; II - Cắt; III - Làm bóng.

Nâng cao khả năng gia công từ 2 ÷ 4 lần so với dao chuốt có prôphin cắt bình thường..

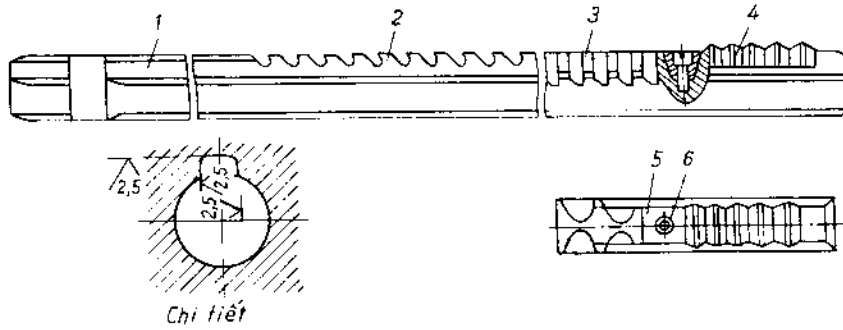


Dao chuốt tròn lắp ghép, có răng làm thay đổi hình dạng bằng hợp kim cứng: 1 - Chuôi và trục tâm; 2 - Răng biến dạng bằng hợp kim cứng; 3 - Bạc ngăn cách; 4 - Đai ốc. Dùng để gia công các lỗ của chi tiết bạc bằng phương pháp biến dạng dẻo.

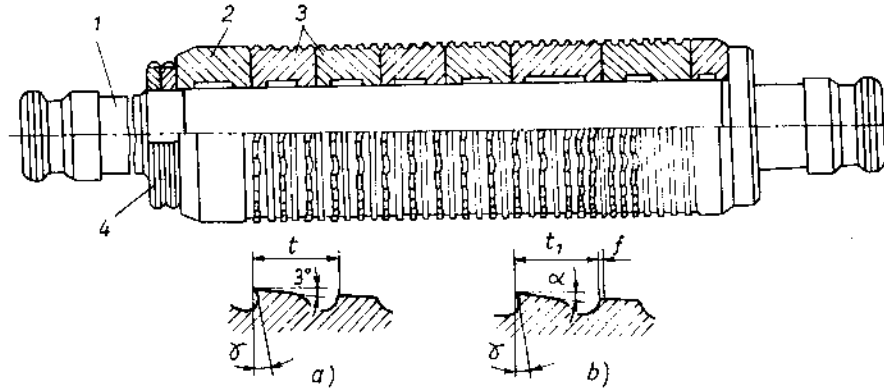
Chi tiết gia công: thép 35; HB180; tốc độ cắt 1m/ph; lực chuốt 15000N.



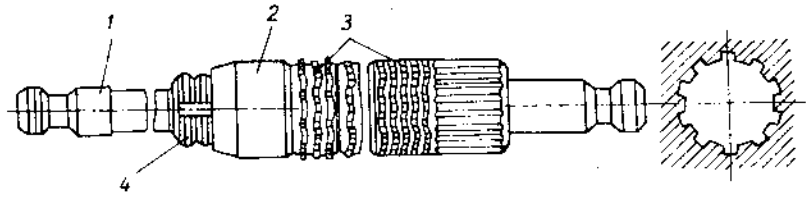
Dao chuốt bóng then hoa có răng làm bóng bằng hợp kim cứng dùng cho lỗ có prôphin thẳng và định tâm bằng đường kính ngoài: 1 - Trục tâm; 2 - Vòng làm bóng then hoa; 3 - Phần định hướng; 4 - Đai ốc. Dùng để làm bóng lỗ then hoa. trong số đó có cả chi tiết đã qua nhiệt luyện, có dung sai đường kính ngoài H7,H8 và chiều rộng chân F8, Js8, F10, Js10;



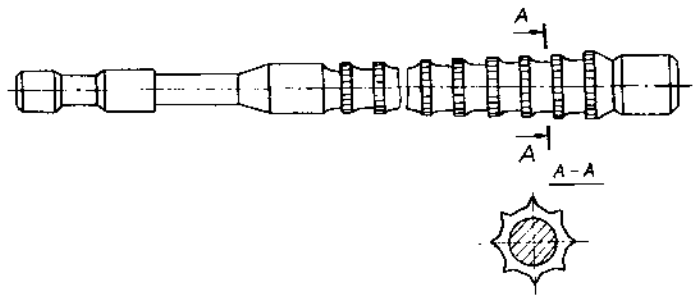
Dao chuốt then lắp ghép có bộ phận làm bóng bằng hợp kim cứng: 1 - Chuôi; 2 - Phần cắt; 3 - Phần định kích thước (sửa đúng) có răng cắt bên cạnh; 4 - Phần làm bóng bằng hợp kim cứng; 5 - Miếng chêm; 6 — Vít kẹp. Dùng để gia công các rãnh chính xác. Khả năng làm việc được nâng cao từ 2 ÷ 2,5 lần so với dao chuốt tiêu chuẩn.



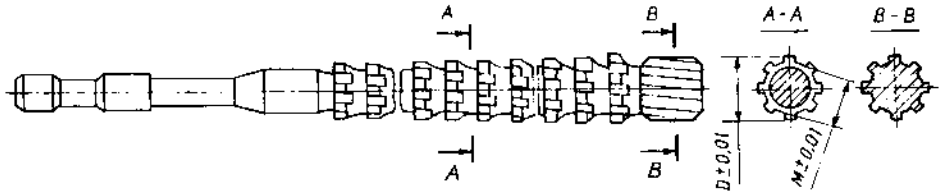
Dao chuốt tròn lắp ghép phần cắt thay đổi.1 - Trục tâm và chuôi; 2 - Bạc dẫn hướng trước; 3 - Răng cắt chính gồm các phần cắt thô, cắt tinh và răng sửa đúng; 4 - Vít kẹp; a - Prôphin của răng thô và chuyển tiếp; b - Prôphin của răng tinh và răng sửa đúng. Dùng để gia công lỗ có dung sai H7 và H9, đường kính 90 ÷ 200 mm:



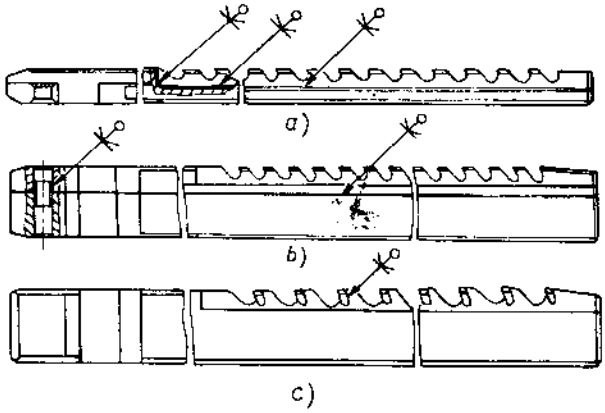
Dao chuốt then hoa dùng cho lỗ có prôphin thẳng định tâm bằng đường kính ngoài hoặc trong, lắp ghép tổ hợp đường kính cắt thay đổi 95 ÷ 160 mm: 1 - Trục tâm và chuôi; 2 - Bạc dẫn hướng trước; 3 - Răng cắt chính (bạc then hoa) gồm các phần cắt thô, cắt tinh và răng sửa đúng; 4 - Vít kẹp;



Dao chuốt then hoa nhọn. Dùng để gia công lỗ có prôphin then tam giác, đường kính 12 ÷ 200 mm. Số then hoa theo vòng tròn tới 72.



Dao chuốt then hoa xoắn vít. Dùng để chuốt các lỗ then hoa xoắn vít có dạng then thẳng góc hoặc hình thang, góc xoắn tới 20°, đường kính 20 ÷ 50 mm, số then từ 2 ÷ 8.



Dao chuốt then lắp ghép bằng cách dán keo:

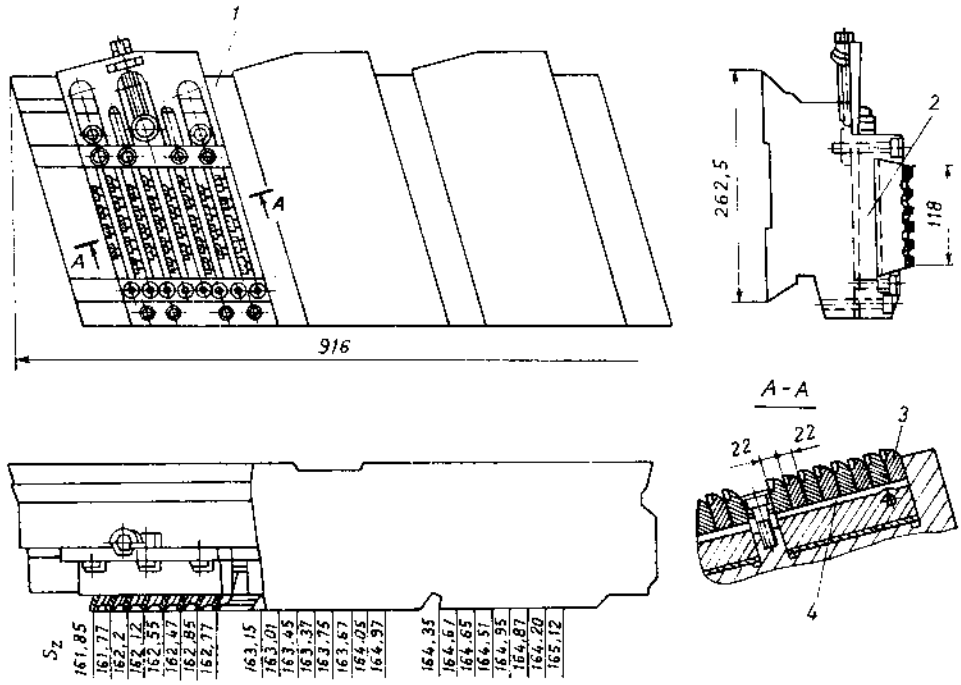
a - Phần cắt được dán vào rãnh của thân dao.

b - Phần cắt được kẹp vào thân dao bằng keo dán và chốt.

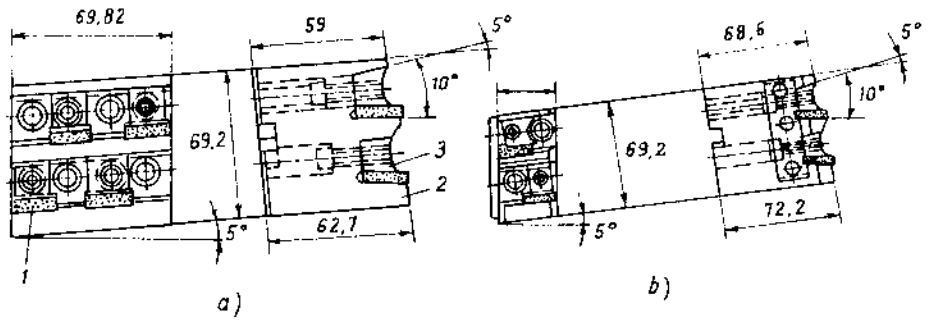
c - Phần cắt được kẹp vào thân dao bằng cách ép và sau đó là dán keo.

Chú thích: Các thông số hình học xem ở bảng 4-59.

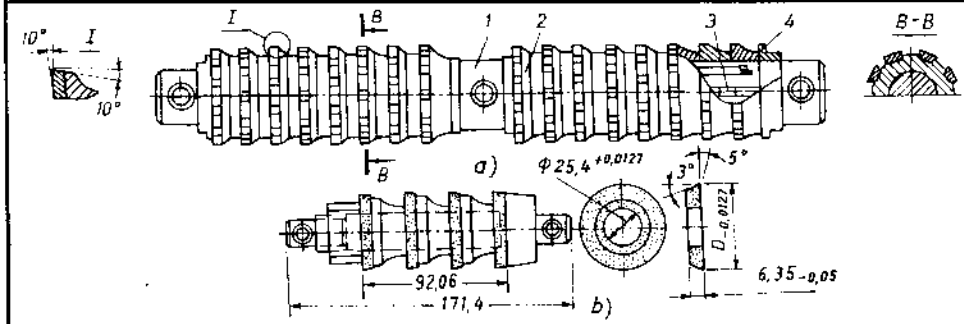
Bảng 4-58. *Các loại dao chuốt phi tiêu chuẩndùng để chuốt mặt ngoài.*



Khối dao chuốt hợp kim cứng để gia công các chi tiết thân, hộp: 1 - Phần chung; 2 - Hộp gá; 3 - Phần chuốt (dao); 4 - Cữ điều chỉnh để nâng lưỡi dao lên; S_z - Lượng nâng của răng dao;



Dao chuốt mặt phẳng có cơ cấu kẹp bằng cơ khí, mảnh hợp kim cứng không mài sắc lại dùng để gia công các chi tiết bằng gang và kim loại mầu: a - Bộ phận đã được tiêu chuẩn (thống nhất) hoá, lắp vào thân để gia công mặt phẳng; 1 - Mảnh hợp kim không mài sắc lại; 2 - Thân; 3 - Chêm có vít kẹp; b - Bộ phận đã được tiêu chuẩn (thống nhất) hoá, lắp vào thân để gia công các vấu.

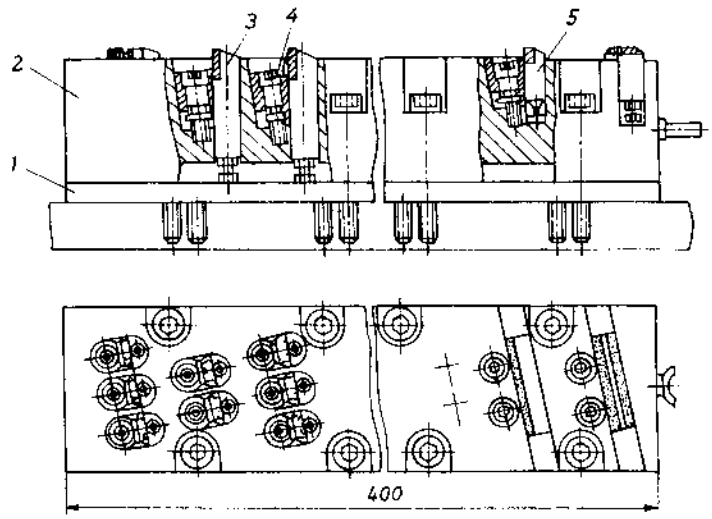


Chuốt tròn lắp ghép để chuốt các mặt ngoài nửa hình trụ (bán nguyệt) các chi tiết bằng gang và kim loại mầu:

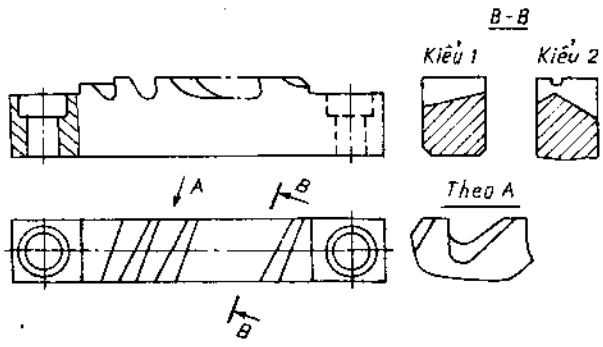
a - Phần thô; 1 - Thân; 2 - Răng; 3 - Then; 4 - Đai ốc;

b - Phần tinh

N° răng	1	2	3	4
Đường kính vòng chia D, mm	51,87	51,97	52,07	52,07
Dung sai , mm	- 0,0127			



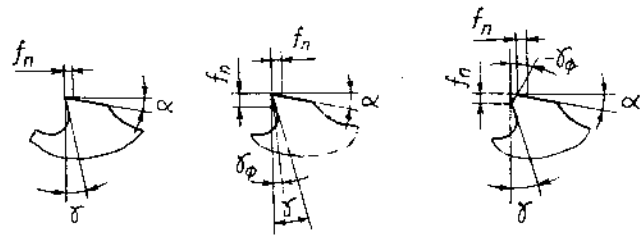
Dao chuốt lắp các mảnh hợp kim đối lẫn được, điều chỉnh theo chiều cao: 1 - Phiến tỳ; 2 - Thân; 3 - Phần dao cắt; 4 - Chân có vít kẹp chặt; 5 - Dao tinh;



Dao chuốt phẳng có rãnh thoát phoi. Dùng để gia công các chi tiết dài tới 300 mm. Kiểu 1 - Phoi thoát ra theo một phía; Kiểu 2 - Phoi thoát ra theo hai phía, có rãnh chia phoi.

Các thông số hình học cho trong bảng 4-59.

Bảng 4-59. *Góc trước của dao chuốt, γ*



Vật liệu gia công	γ	Vật liệu gia công	γ
Thép có HB:		Gang rèn	10
≤ 197	20 ÷ 16	Nhôm và hợp kim nhôm, đồng đỏ, bacbit	20
198 ÷ 229	15	Hợp kim titan	10
>229	10	Đồng thaucó HB:	
Gang xám có HB:		≤100	10
≤180	10	>100	5
>180	6	Vật liệu bột	15

Chú thích cho bảng 4-59 và bảng 4-58:

1 - Đối với dao chuốt có răng phân bố theo một phía (bảng 4-58, then, mặt phẳng, rãnh v. v.) góc trước $\gamma \le 15^0$.

2 - Khi gia công chi tiết bằng thép, dao chuốt tròn có đường kính tới 20 mm, cho phép giảm góc trước γ tới $8 \div 10^0$

3 - Để tăng khả năng làm việc của dao chuốt trên các răng cắt tinh và răng sửa đúng, ta tạo nên mép vát phụ $f_n = 0,5 \div 1$ mm; đối với gang dẻo $\gamma_\Phi = 5^0$, còn đối với gang xám, đồng và đồng thau thì $\gamma_\Phi = -5^0$.

Bảng 4-60. *Giá trị góc sau α của dao chuốt, (xem hình ở bảng 4-59)*

Dao chuốt	Răng (⁰)		
	Thô và chuyển tiếp, (sai lệch giới hạn ±30')	Tinh (sai lệch giới hạn ±30')	Sửa đúng (sai lệch giới hạn ±30')
Dao chuốt trong:			
Tròn, then hoa, then	3	2	1
Dao chuốt ngoài:			
Điều chỉnh được	8 ÷ 10	8 ÷ 10	
Không điều chỉnh được	3 ÷ 5	2	1 ÷ 2

Chú thích:

1 - Để bảo đảm giữ nguyên kích thước khi mài sắc lại mặt sau của các răng sửa đúng, các dao chuốt trong được tạo nên một me trụ trơn tru có chiều rộng f_n=0,2÷0,6mm.

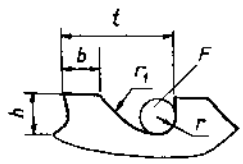
2 - Đối với các răng cắt thô, răng chuyển tiếp và răng cắt tinh thì me trụ f_n< 0,05 mm

Bảng 4-61. *Trị số góc sau và góc trước của dao chuốt bằng thép gió để chuốt các thép hợp kim titan và thép hợp kim có độ bền nhiệt.*

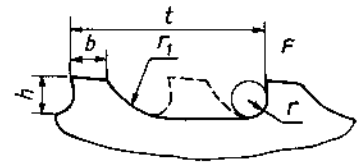
Dao chuốt	γ^0	α_f^0	α_s^0
Dao chuốt trong	$\frac{15}{8-10}$	$\frac{4-5}{4-5}$	$\frac{2-3}{2-3}$
Dao chuốt ngoài điều chỉnh được		$\frac{8-10}{8-10}$	$\frac{6-10}{8-10}$

Chú thích:
1 - Ký hiệu: α_f^0 - Góc sau của răng cắt; α_s^0 - Góc sau của răng sửa đúng.
2 - Trị số trên tử số dùng cho chuốt vật liệu bền nhiệt. Trị số của mẫu số dùng cho thép hợp kim titan.

Bảng 4-62. *Hình dạng và kích thước của prôphin răng chuốt thô, mm*



Prôphin có rãnh tiêu chuẩn



Prôphin có rãnh kéo dài

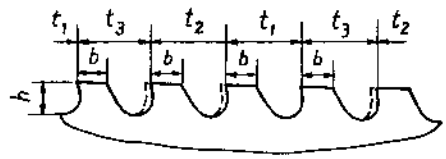
Kích thước, mm

t	h	r	b	r_1	Fmm²	t	h	r	b	r_1	Fmm²
							2,5*	1,3	4,0	4,0	4,90
4,0	1,6	0,8	1,5	2,5	1,77	9,0	3,0	1,5	4,3	5,0	7,10
	1,8	0,9	1,2	2,8	2,54		3,6	1,8	3,5	5,5	6,60
	1,6	0,8	2,0	2,5	1,77		3,0*	1,5	4,3	5,0	7,10
4,5	1,8	0,9	1,7	2,8	2,54	10	3,6	1,8	4,5	5,5	9,60
	2,0	1,0	1,5	3,0	3,14		4,0	2,0	3,5	6,0	12,6
	1,6*	0,8	2,2	2,5	1,77		3,6	1,8	4,5	5,5	9,60
5,0	1,8	0,9	2,2	2,8	2,54	11	4,0	2,0	4,5	6,0	12,6
	2,0	1,0	2,0	3,0	3,14		4,5	2,3	4,0	7,0	15,9
	1,6*	0,8	2,5	2,5	1,77		4,0	2,0	5,5	6,0	9,60
5,5	1,8	0,9	2,7	2,8	2,54	12	4,5	2,3	5,0	7,0	12,6
	2,0	1,0	2,5	3,0	3,14		5,0	2,5	4,0	8,0	15,9
	1,8*	0,9	2,7	2,8	2,54		4,0	2,0	5,5	6,0	12,6
6,0	2,0	1,0	3,0	3,0	3,14	13	4,5	2,3	6,0	7,0	15,9
	2,5	1,3	2,0	4,0	4,90		5,0	2,5	5,0	8,0	19,6
	2,0*	1,0	3,5	3,0	3,14		4,5	2,3	6,0	7,0	15,9
7,0	2,5	1,3	3,0	4,0	4,90	14	5,0	2,5	6,0	8,0	19,6
	3,0	1,5	2,3	5,0	7,10		6,0	3,0	4,5	10	28,3
	2,5	1,3	4,0	4,0	4,90		4,5*	2,3	6,0	7,0	15,9
8,0	3,0	1,5	3,3	5,0	7,10	15	5,0	2,5	7,0	8,0	19,6
	3,6	1,8	2,5	5,5	9,60		6,0	3,0	5,5	10	28,3

Prôphin có rãnh kéo dài (tiếp bảng 4-62).

16	5,0*	2,5	7,0	8,0	19,6	24	8*	4,0	9	12	50,3
	6,0	3,0	6,5	10	28,3		9	4,5	10	14	63,6
	7,0	3,5	5,0	11	38,5		10	5,0	6,5	16	78,5
17	5,0*	2,5	7,0	8,0	19,6	25	8*	4,0	10	12	50,3
	6,0	3,0	7,5	10	28,3		9*	4,5	10	14	63,6
	7,0	3,5	6,0	11	38,5		10	5,0	9,5	16	78,5
18	6,0	3,0	8,5	10	28,3	26	8*	4,0	10,5	12	50,3
	7,0	3,5	7,0	11	38,5		9*	4,5	10	14	63,6
	8,0	4,0	6,0	12	50,3		10	5,0	10,5	16	78,5
19	6,0*	3,0	8,5	10	28,3	28	9*	4,5	10,5	14	63,6
	7,0	3,5	8,0	11	38,5		10*	5,0	10,5	16	78,5
	8,0	4,0	7,0	12	50,3		12	6,0	9,5	18	113,1
20	7	3,5	9,0	11	38,5	30	9*	4,5	12	14	63,6
	8	4,0	8,0	12	50,3		10*	5,0	12	16	78,5
	9	4,5	6,0	14	63,6		12	6,0	11,5	20	113,1
21	7*	3,5	9,0	11	38,5	32	9*	4,5	12	14	63,6
	8	4,0	9,0	12	50,3		10*	5,0	12	16	78,5
	9	4,5	7,0	14	63,6		12	6,0	12	20	113,1
22	7	3,5	9,0	11	38,5	* Dùng cho prôphin có rãnh kéo dài. Các bước của răng cắt tinh và răng sửa đúng (t_1, t_2, t_3) không bằng nhau (xem bảng 4-63).					
	8	4,0	9,0	12	50,3						
	9	4,5	8,0	14	63,6						

Bảng 4-63. *Hình dạng và kích thước của prôphin răng cắt tinh và sửa đúng, mm*



Kích thước, mm

Bước tiêu chuẩn t	t_1	Bước tiêu chuẩn t	t_1	Bước tiêu chuẩn t	t_1	Bước tiêu chuẩn t	t_1
4	4	9	6	16	11	24	17
4,5	4	10	7	17	12	25	18
5	4	11	7	18	13	26	19
5,5	4	12	8	19	14	28	20
6	4,5	13	9	20	14	30	20
7	5	14	10	21	15	32	22
8	5,5	15	11	22	16		

Chú thích:

1 - Các kích thước của prôphin răng cắt tinh và sửa đúng h, b được xác định theo bước t_1 (đối với tất cả ba bước như nhau). Hình dạng prôphin răng cho bước t_2 và t_3 được kéo dài ra.

** 2 - Theo bước tiêu chuẩn t = 6 ÷ 32 mm; $t_3 = t_1 + 1$; $t_2 = t_1 + 0,5$;

Khi t = 12 ÷ 19 mm thì $t_3 = t_1 + 2$

Bảng 4-64.*Lượng chạy dao răng S_Z, đối với dao chuốt làm việc theo prôphin và theo sơ đồ cắt sóng (dao động), mm.*

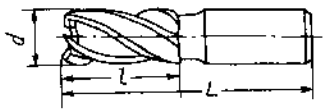
Dao chuốt trong	Vật liệu gia công			
	Thép	Gang	Nhôm, hợp kim nhôm	Đồng, đồng thau
Dao chuốt tròn	0,015-0,06	0,03-0,1	0,02-0,05	0,05-0,12
Dao chuốt then hoa then vuông,tamgiác,thân khai	0,03-0,16	0,05-0,12	0,04-0,1	0,06-0,12
Dao chuốt then hoa	0,05-0,12	0,05-0,20	0,05-0,08	0,08-0,2
Dao chuốt then vuông và 6 cạnh	0,02-0,15	0,05-0,20	0,03-0,15	0,05-0,2

Dao chuốt ngoài	Sơ đồ cắt	Thép có σ_B<500 σ_B>900 MPa	Thép có σ_B=500÷900 MPa	Gang xám,gang dẻo và đồng	Nhôm và hợp kim nhôm
Dao chuốt phẳng, góc và rãnh	Prôphin	<0,1	0,05-0,20	0,05-0,20	0,03-0,2
	Sóng	0,1-0,2	0,3-0,8	0,3-0,8	<0,30
Dao chuốt hình trụ và định hình	Prôphin	<0,08	<0,1	0,05-0,15	0,03-0,1
	Sóng	0,05-0,1	0,1-0,2	0,15-0,3	<0,15

V.Dao phay.

1. Dao phay ngón.

Bảng 4-65.*Kích thước dao phay ngón chuôi trụ,mm*



d	L	l	Số răng dao theo loại	
			1	2
2,0	39	7	3	2
2,5	40	8		
3,0	40	8		
3,5	42	10		
4,0	43	11		
5,0	47	13		
6,0	57	13	4	3
7,0	60	16		
8,0	63	19		
9,0	69	19		
10,0	72	22		
11,0	79	22		
12,0	83	26	5	4
14,0	83	26		
16,0	92	32		
18,0	92	32		
20,0	104	38		
22,0	104	38	6	
25,0	121	45		4
28,0	121	45		

Dao phay ngón được chế tạo theo hai loại:
1-Loại có răng tiêu chuẩn
2-Loại có răng lớn
Mỗi loại được chế tạo theo hai kiểu:
A- Loại dao có me trụ f< 0,05 mm

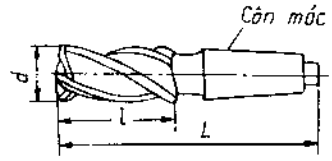
B-Loại dao được mài sắc, góc nghiêng của rãnh:

Loại 1: 30 - 35°
Loại 2: 35 - 45°

Để nâng cao tính chống rung động, dao phay được chế tạo có bước răng quanh vòng tròn không đều nhau.

Giới hạn sai lệch của dao phay không vượt quá:
a/Đối với đường kính ngoài, cấp chính xác bình thường ≤ Js14, cấp chính xác nâng cao ≤ Js9.
b/Đối với đường kính chuôi trụ ≤ h8

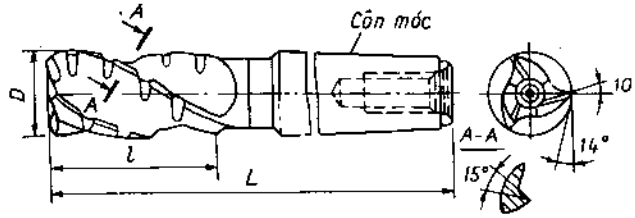
Bảng 4-66. *Kích thước dao phay ngón đuôi côn, mm*



d	L	l	Số răng dao phay kiểu		Côn móc
			1	2	
10	92	22	4	3	1
11					
12	96	26			2
12	111				1
14	96				2
14	111				
16	117	32			2
18					
20	123	38	5		2
20	140				3
22	123				2
22	140				
25	147	45			3
28					
32	155	53	6	4	4
32	173				3
36	155				4
36	178				4
40	188	63			5
40	221				4
45	188				5
45	221				4
50	200	75			5
50	233				4
56	200		8	5	5
56	233				5
63	248	90			

Bảng 4-67. *Kích thước dao phay ngón, gia công phá chuôi côn, mm*

Kiểu 1.



(tiếp bảng 4-67).

D	L	l	Số răng	Côn mooc
25	120	50	3	B24
	150	50		3
	150	80		B24
	180	80		3
32	130	55	4	B32
	180	55		4
	160	85		B32
	210	85		4
	205	130		B32
	255	130		4
40	140	65	4	B32
	190	65		4
	175	100		B32
	225	100		4
	235	160		B32
	285	160		4
50	160	70	4	B45
	225	70		5
	210	120		B45
	275	120		5
	270	180		B45
	335	180		5
63	235	80	5	5
	280	125		5
	290	80		6
	355	200		5
	355	125		6
	410	200		6
80	300	90	7	6
	350	140		
	430	220		80 (hệ mét)
	315	90		
	365	140		
	445	220		

Dao phay loại này được chế tạo theo hai loại:

- Loại có răng mặt đầu
- Loại không có răng mặt đầu.

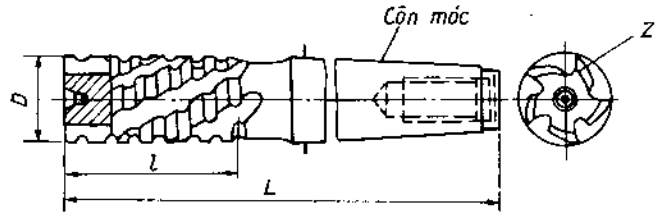
Các dao phay được chế tạo cắt thuận (cắt phải) có hướng của răng xoắn thoát phoi phải đối với dao phay có răng mặt đầu và trái đối với dao không có răng mặt đầu.

Dao có rãnh thoát phoi xoắn vít có góc nghiêng $\omega = 35^0$ và bước răng trên vòng tròn không đều nhau. Dao phay loại này dùng để gia công thô các bề mặt rộng, hở trên các phôi có lượng dư gia công lớn.

Để tăng khả năng chống rung và làm tốt việc thoát phoi, trên các mép xoắn vít, người ta tạo các rãnh chia phoi.

Bảng 4-68. *Kích thước dao phay ngón chuôi côn,gia công phá, có răng được hớt lưng, mm*

Kiểu 2

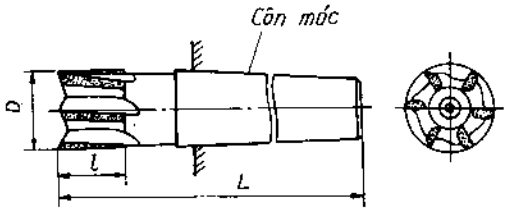


D	L	l	Số răng	Côn mooc
25	150 180	50 80	5	3
32	180 210 255	55 85 130		4
40	190 225 285	65 100 160	6	
50	225 270 335	70 115 180		5
63	235 280 355	80 125 200	8	
80	300 350 435	90 140 224	10	6

Các dao phay loại này cắt theo hướng phải được chế tạo có hướng của rãnh thoát phoi: trái - đối với dao phay không có rang mặt đầu (kiểu 1); phải - đối với dao phay có rang mặt đầu (kiểu 2).

Hớt lưng mặt sau của răng dao làm tang độ bền và tạo khả năng tăng lượng chạy dao răng so với loại mài sắc.

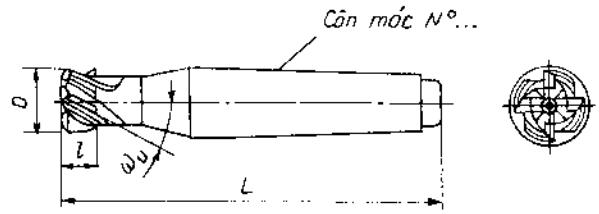
Bảng 4-69. *Kích thước dao phay ngón chuôi côn, gắn mảnh hợp kim cứng,mm*



D	L	l	z	Côn mooc
16	105	16	4	2
20	125	20	5	3
25	125	20	5	3
32	150	20	5	4
40	150	25	6	4
50	190	32	6	5

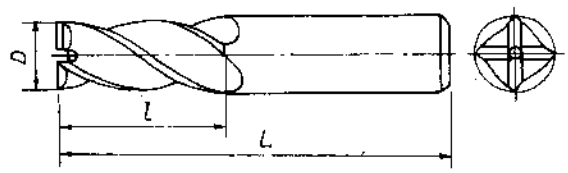
Dao phay gắn mảnh hợp kim cứng T15K10; BK8;BK6

Bảng 4-70. *Kích thước dao phay ngón , gắn mảnh hợp kim cứng,xoắn vít, mm*



D	l	L	Số răng	ω^0	$D_{chuôi}$	Côn mooc
			Chuôi trụ			
10	14	70	2	20	10	
12,5	14	80	2	24	12,5	
16	13	90	3	30	16	
20	12	90	4	36	20	
			Chuôi côn			
12,5	14	115	2	24		2
16	13	120	3	30		2
20	12	135	4	36		3
25	20	160	4	36		4
32	19	160	4	40		4
40	24	190	6	34		5
50	22	190	6	40		5

Bảng 4-71. *Dao phay ngón hợp kim cứng,mm*



D	l	L
3,0;3,5	8	28
4,0;4,5	10	32
5,0;5,5	12	36
6,0;6,5;7,0;7,5	16	40
8,0;8,5;9,0;9,5	20	45
10,0;10,5;11,0;11,5	20	50
12,0	25	60

Dao phay có đường kính 3 - 5,5 mm được chế tạo có số răng 3 và 4, còn đường kính 6 - 12 mm thì số răng 3 - 5.

Dao phay ngón hợp kim cứng liền khối có độ chính xác tiêu chuẩn và độ chính xác nâng cao được dùng để gia công các vật liệu khó gia công.

Sai lệch giới hạn kích thước của dao phay không được vượt quá:

a/Đối với đường kính ngoài của dao:

Cấp chính xác tiêu chuẩn: ≤ Js12

Cấp chính xác nâng cao: ≤ Js9

b/ Đối với chuôi dao ≤ h8.

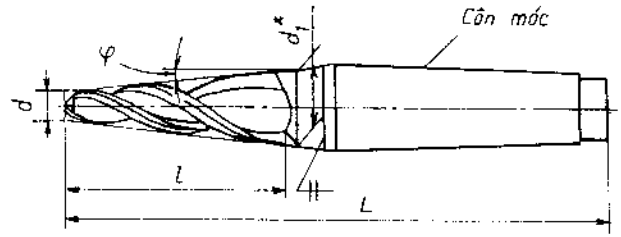
Góc nghiêng của rãnh thoát phoi ω^0:

Đối với dao phay có số răng 3 : $\omega^0 = 30 - 40^0$

Đối với dao phay có số răng 4 và 5 : $\omega^0 = 30 - 35^0$

Dao phay được chế tạo có bước răng không đều theo vòng tròn. Vật liệu dao phay là hợp kim cứng mác BK6M; BK8; BK10M

Bảng 4-72. *Kích thước dao phay ngón côn, chuôi côn, mm*



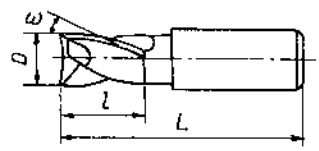
d(Js12)	d_1	l	L	Số răng	Côn mooc
		$\varphi^0 = 3^0$			
4	9,24	50	130	2;3	2
	11,34	70	150		
	14,48	100	180		
6	11,24	50	130		
	13,34	70	150;155		
	16,48	100	185		
10	17,34	70	170		3
	20,48	100	200		3
	24,68	140	270		4
16	23,34	70	200	3;4	4
	26,48	100	230		
	30,68	140	270		
25	35,48	100	260		5
	39,68	140	300		
		$\varphi^0 = 5^0$			
3	11,7	50	135	2 ; 3	2
	15,26	70	155		
4	12,75	50	135		2
	16,26	70	155		2
	21,5	100	200		3
6	14,75	50	135		2
	18,25	70	170		3
	23,50	100	230		4
	30,50	140	270		4
10	22,25	70	170		3
	27,50	100	230		4
16	28,26	70	200	3 ; 4	4
	33,50	100	250		5
	40,50	140	300		5
25	42,50	100	260		5
	49,50	140	300		
		$\varphi^0 = 7^0$			
3	15,30	50	135	2 ; 3	2
	20,22	70	170		3
4	16,30	50	135		2
	21,20	70	170		3
	28,60	100	230		4
6	23,20	70	170		3
	30,60	100	260		5
	40,40	140	300		5

(tiếp bảng 4-72).

10	27,20 34,60 49,36	70 100 160	200 260 320		4 5 5
16	33,22 40,60 50,40	70 100 140	230 260 300	3 ; 4	5
25	59,40	140	360		6
		$\varphi^0 = 10^0$			
3	20,60 27,60	50 70	150 195		3 4
4	21,60 28,60 39,20	50 70 100	150 200 260		3 4 5
6	30,60 45,20 55,30	70 100 140	200 260 300	2 ; 3	4 5 5
10	34,60 45,20 66,40	70 100 160	230 260 320		5
16	40,60 51,20 65,40	70 100 140	230 250 300	3 ; 4	
25	60,20 74,40	100 140	260 360		

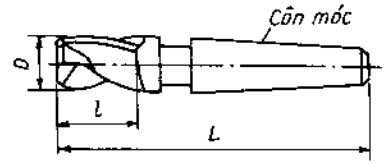
Bảng 4-73. *Kích thước dao phay rãnh then, mm*

Kiểu 1 - Chuôi trụ



D(e8)	L	l
2	36	4
3	37	5
4	39	7
5	42	8
6	52	8
7	54	10
8	55	11
10	63	13
12	73	16
14	73	16
16	79	19
18	79	19
20	88	22
22	88	22
25	102	26

Kiểu 2 - Chuôi côn

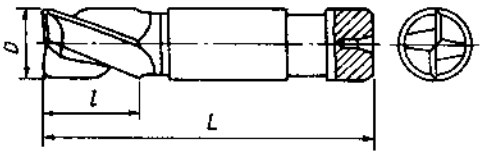


D(e8)	L	l	Côn mooc
10	83	13	1
12 ;14	86 ;101	16	1 ;2
16 ;18	101 ;104	19	2
20 ;22	107 ;124	22	2 ; 3
25 ;28	128	26	3
32 ;36	134 ;157	32	3 ;4
40	163	38	4

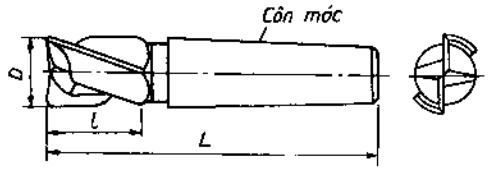
Loại dao này dùng để phay các rãnh then trên máy phay rãnh then ăn dao sang hai bên (con lắc).
Góc nghiêng của rãnh thoát phoi $\omega = 20^0$

Bảng 4-74 *Kích thước dao phay rãnh then, mm*

Kiểu 1 - chuôi trụ



Kiểu 2 - Chuôi côn

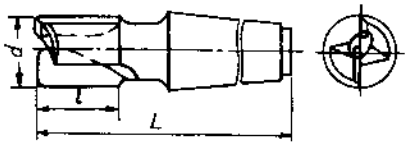


Chiều rộng rãnh then	D	L	l	Chiều rộng rãnh then	D	L	l
6	5,75	52	8	16	15,7	104	19
8	7,75	55	11	18	17,7	104	19
10	9,75	63	13	20	19,7	107	22
12	11,7	73	16	22	21,7	107	22
14	13,7	73	16	25	24,7	128	26
16	15,7	79	19	28	27,7	128	26
18	17,7	79	19	32	31,7	134	32
20	19,7	88	22	36	35,7	134	32
22	21,7	88	22	40	39,7	163	38
25	24,7	102	26	45	44,7	163	40
				50	49,7	172	45

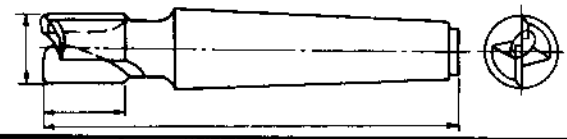
Loại dao phay này dùng để phay các rãnh then trên máy phay rãnh then theo phương pháp cắt khung (xung quanh)

Bảng 4-75. *Kích thước dao phay rãnh then, gắn mảnh hợp kim cứng, mm*

Kiểu 1 - Chuôi trụ



Kiểu 2 - Chuôi côn

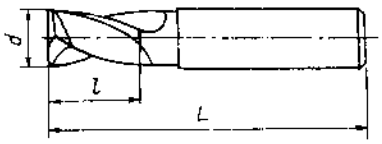


d*	l	L
10	12	62
12	16	73
14	16	73
16	16	76
18	19	79
20	19	85
22	19	85
25	22	98

* Dung sai theo e8

d*	l	L	Côn moóc
12	16	86	1
		101	1
14	16	86	1
		101	2
16	16	101	
18	19	104	2
20	19	104	2
		121	3
22	19	104	2
		121	3
25			
28	22	124	3
		124	3
32	22	147	4
		127	3
36	25	150	4
40	25	150	4

Bảng 4-76. *Kích thước dao phay rãnh then liền khối hợp kim cứng,mm*



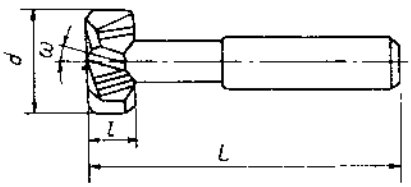
d(e8)	l	L
2	4	25
3	5	30
4	6	32
5	8	32
6	10	35
7	10	35
8	11	40
10	13	45
12	16	50

Loại dao phay này dùng để gia công các rãnh then trên các loại vật liệu khó gia công.

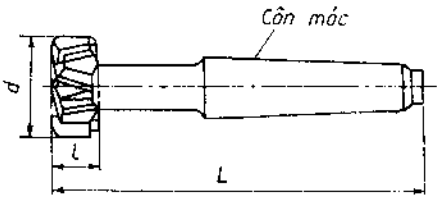
2. Dao phay chữ T.

Bảng 4-77. *Kích thước dao phay để gia công các rãnh chữ T, mm*

Loại 1 - Chuôi trụ



Loại 2 - Chuôi côn

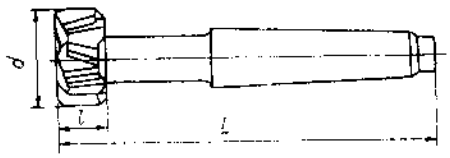


Kích thước danh nghĩa của rãnh	d*	l	L	Số răng
6	12,5	6	57	6
8	16	8	62	
10	18	8	70	
12	21	9	74	8
14	25	11	82	
18	32	14	90	
22	40	18	108	

Dung sai theo h12. Dao phay loại 1 và 2 kiểu 1 dùng để gia công gang, dao phay loại 2 kiểu 2 gia công thép Dao phay có góc nghiêng rãnh thoát phoi ω = 10^0 đối với loại 1, ω = 15-20^{0}đối với loại 2.

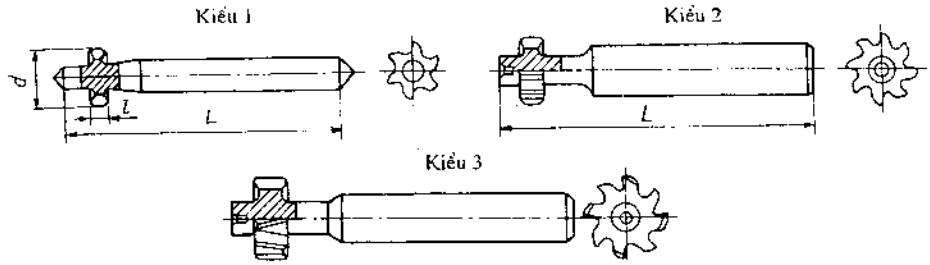
Kích thước danh nghĩa của rãnh	d*	l	L	Số răng theo kiểu 1	Số răng theo kiểu 2	Côn mooc
6	12,5	6	73	6	4	1
8	16	7	77			
10	18	8	82			
12	21	9	98	8	6	2
14	25	11	103			
18	32	14	111			
22	40	18	138			
28	50	22	173			3
36	60	28	188			4
42	72	35	229		8	5
48	85	40	240			
54	95	44	251			

Bảng 4-78. *Kích thước dao phay gắn mảnh hợp kim cứng để gia công rãnh chữ T, mm*



Kích thước danh nghĩa của rãnh	d (h12)	l (h12)	L	Số răng	Côn mốc
12	21	9	98	6	2
14	25	11	103		
18	32	14	111		3
22	40	18	138		
28	50	22	173		4
36	60	28	188		
42	72	35	229	8	5
48	85	40	240		
54	95	44	251		

Bảng 4-79. *Dao phay rãnh then hình đáy quạt, mm*

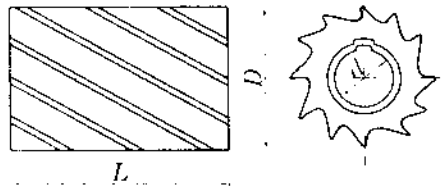


Kích thước danh nghĩa của rãnh (đường kính x chiều rộng)	d (h11)	l (e8)	L	Số răng
4 x 1,0	4,3	1,0	40	6
7 x 1,5	7,5	1,5		
7 x 2,0	7,5	2,0		
10 x 2,0	10,8	2,0		
10 x 2,5	10,8	2,5		
13 x 3,0	14,0	3,0	60	6
16 x 3,0	17,3	3,0		8
16 x 4,0	17,3	4,0		
16 x 5,0	17,3	5,0		
19 x 4,0	20,5	4,0		
19 x 5,0	20,5	5,0		
22 x 5,0	23,8	5,0	63	
22 x 6,0	23,8	6,0		
25 x 6,0	27,0	6,0		
28 x 8,0	30,2	8,0	67	
32 x 10,0	34,6	10,0		10

Dao phay kiểu 1: có răng thẳng và định tâm mặt ngoài (d = 4 - 10mm)
Kiểu 2: có răng thẳng và mặt trong định tâm (d = 13+22 mm)
Kiểu 3: có răng hướng và mặt trong định tâm (d = 22 - 32mm)

2a. Dao phay trụ

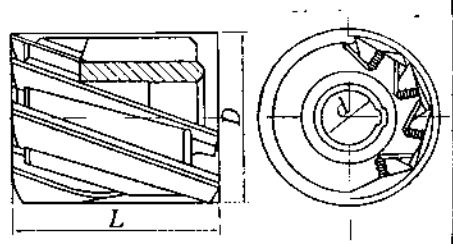
Bảng 4-79a. *Kích thước dao phay trụ liền khối*



D	L	d	Z	D	L	d	Z
Kiểu I - răng mịn							
(40)	40 50 63	16	10	80	63 80 100 125	32	16
50	50 63 80	22	12				
63	50 63 80 100	27	14	(100)	80 100 125 160	40	18
Kiểu II - răng to							
(50)	50 63 80	22	6	80	63 80 100 125	32	10
63	50 63 80 100	27	8	100	80 100 125 160	40	12

Kiểu I – dùng để phay tinh khi chiều sâu cắt nhỏ hơn 3 mm.
Kiểu II – dùng để phay bán tinh.

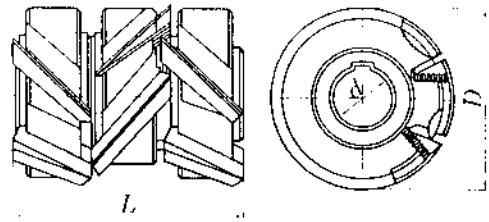
Bảng 4-79 b. *Kích thước dao phay trụ chắp răng và phạm vi sử dụng*



Kiểu A								Phạm vi sử dụng
D	L	d	Z	D	L	d	Z	
75	60 75	27	8	130	60 75	50	10	Để phay thô các mặt phẳng khi chiều sâu cắt rất lớn. Loại dao này có tính kinh tế và cho năng suất cao khi dùng thép gió và răng dao lớn.
90	60 75 100	32	8		100 125 150		8	
110	60 75 100	40	10	150	60 75 100	60	12	
	125		8		125 150		10	

Tiếp bảng 4-79b

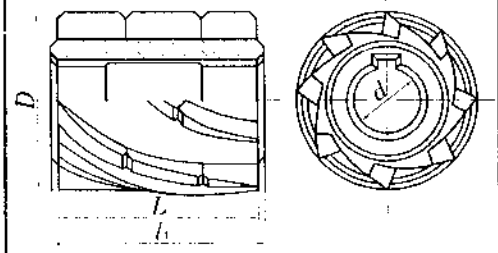
Kiểu B – Loại lắp ghép



Kiểu B								Phạm vi sử dụng
D	L	L_k	d	z	Số lượng dao phay trong một bộ			
					Phải	Trái	Tổng cộng	
75	75	37,5	27	6	1	1	2	Để phay thô các mặt phẳng khi chiều sâu cắt rất lớn. Loại dao này có tính kinh tế và cho năng suất cao khi dùng thép gió và răng dao lớn. Loại dao này làm việc êm vì lực hướng trục xuất hiện trong quá trình cắt do răng dao nghiêng sẽ bị triệt tiêu lẫn nhau
	112,5				2	1	3	
	150				2	2	4	
90	75	37,5	32	8	1	1	2	
	112,5				2	1	3	
	150				2	2	4	
	187,5				3	2	5	
110	100	50	40	8	1	1	2	
	150				2	1	3	
	200				2	2	4	
	250				3	2	5	
130	100	50	50	8	1	1	2	
	150				2	1	3	
	200				2	2	4	
	250				3	2	5	
	300				3	3	6	
150	150	50	60	10	2	1	3	
	200				2	2	4	
	250				3	2	5	
	300				3	3	6	
175	150	50	60	10	2	1	3	
	200				2	2	4	
	250				3	2	5	
	300				3	3	6	
200	200	50	60	12	2	2	4	
	250				3	2	5	
	300				3	3	6	

L_k – chiều rộng mỗi một dao phay được ghép vào bộ.

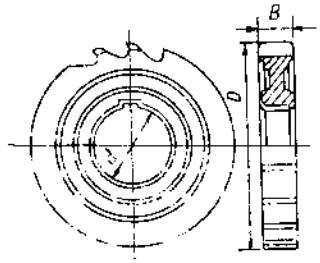
Bảng 4-79c. *Kích thước dao phay trụ gắn mảnh hợp kim cứng dạng xoắn vít*



D	d	L	l_1	z	Phạm vi sử dụng
63	27	45 75 100	50 80 105	8	Để phay thô các mặt phẳng có chiều sâu cắt lớn
80	32	45 70 100	50 75 105	8	
100	40	45 75 100	50 80 105	10	
125	50	70 100	75 105	12	

3. Dao phay đĩa

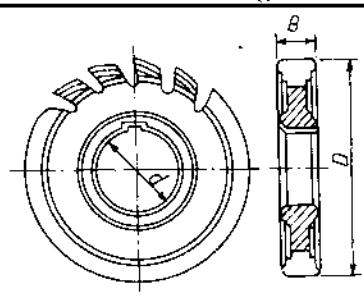
Bảng 4-80. *Kích thước dao phay dạng đĩa, mm*



D(Js16)	B	d(H7)	số răng
50	3 - 6	16	14
63	5 - 8	22	16
80	8 - 12	27	18
100	10 - 16	32	20
125	8 ; 12 ; 16 20 ; 25	32	22

Sai lệch giới hạn của dao phay		
B	Theo H9	Theo P9
Từ 1 - 3	+0,014 0	-0,017 -0,031
>3 - 6	+0,018 0	-0,023 -0,041
>6 - 10	+0,022 0	-0,028 -0,050
>10 - 18	+0,027 0	-0,034 -0,061
>18 - 25	+0,033 0	-0,041 -0,074

Bảng 4-81. *Kích thước dao phay rãnh hớt lưng, mm*

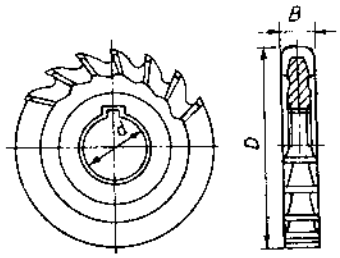


D(Js15)	B	d(H7)	Số răng
50	4 - 6	16	12
63	5 - 8	22	14
80	(7) - 12	27	14
100	10 - 16	32	16

1 - Chiều rộng B được chỉ ra lấy từ dãy các số 4;5;6;(7);8;10;12;(14);16 mm. Trong dấu ngoặc là trị số ít dùng.

2 - Sai lệch giới hạn của chiều rộng B dao phay xem bảng 4-80.

Bảng 4-82. *Kích thước dao phay đĩa ba mặt răng, mm*

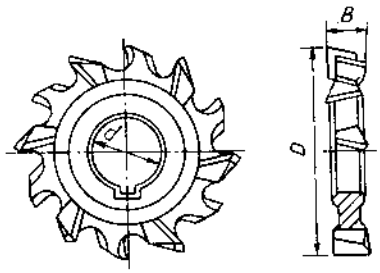


D(Js16)	B* (K11)	d(H7)	số răng
50	4 - 10	16	14
63	4 - 16	22	16
80	5 - 20	27	18
100	6 - 25	32	20
125	8 - 28	32	22

Sai lệch giới hạn của chiều rộng dao phay B đối với rãnh.			
B	H9	P9	N9
Từ 4-6	+0,018 0	-0,024 -0,042	-0,012 -0,030
>6-10	+0,022 0	-0,029 -0,051	-0,014 -0,036
>10-18	+0,027 0	-0,035 -0,062	-0,016 -0,043
>18-28	+0,033 0	-0,040 -0,073	-0,019 -0,052

* Trong giới hạn chỉ ra, lấy được từ dãy các số 5 ; 6 ;7 ; 8 ; 9 ; 10 ; 12 ; 14 ; 16 ; 18 ; 20 ; 22 ; 25 ; 28 mm

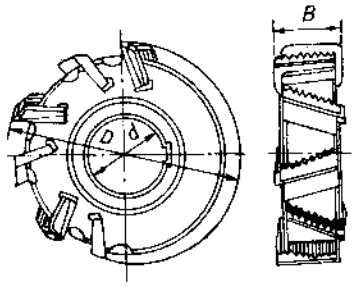
Bảng 4-83. *Kích thước dao phay đĩa ba mặt răng có răng nhiều hướng (răng chéo), mm*



D(Js)	B*(K11)	d(H7)	Số răng theo loại	
			1	2
63	6-16	22	16	12
80	8-20	27	18	14
100	10-25	32	20	14
125	12-28	32	22	18

Các chỉ dẫn như ở bảng 4-82

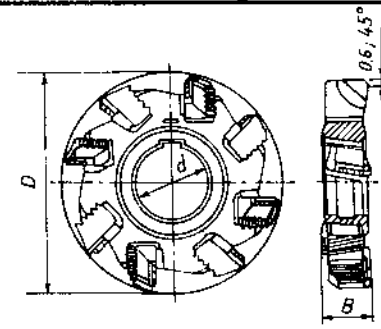
Bảng 4-84. *Kích thước dao phay đĩa ba mặt răng gắn mảnh thép gió, mm*



D	B	d(H7)	số răng
80	12 (14) 16;(18);20 (22);25	27	12 10
100	14;18; 22;28		12 10
125	12 16 20 25 32	32	16 14 12 12 10
160	14 18;22 28;36	40	20 18 16
200	(12) 16;20;25 32 40	50	24 20 18 16
250	18 22;28 36;45		26 24 20
315	20 25;32 40 50	50	30 28 26 22

Các kích thước nằm trong dấu ngoặc có thể không dùng.

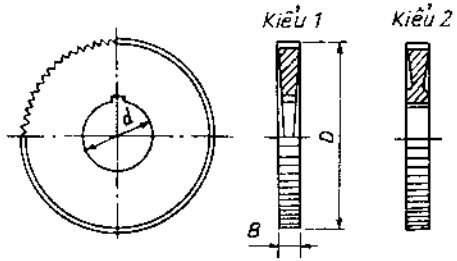
Bảng 4-85. *Kích thước dao phay đĩa ba mặt răng gắn mảnh hợp kim cứng, mm*



D	B	d(H7)	số răng
100	14;18;22	32(27)	8
125	12;16;20;25	40(32)	10
160	14;18;22;28	50(40)	12
200	12;16;20;25;32		14
250	14;22;28;36	60(50)	18
315	16;20;32;40		20

Trong ngoặc đơn là đường kính lỗ của loại thứ hai . Loại dao có đường kính ở dãy thứ nhất là tốt hơn cả.

Bảng 4-86. *Kích thước dao phay cắt rãnh (then hoa) và cắt đứt, mm.*



D*	B	d**	Số răng cho loại 1	D*	B	d**	Số răng cho loại 1	D*	B	d**	Số răng cho loại 1
20	0,20 0,25 0,3 0,4 0,5 0,6 0,8 1,0 1,2 1,4 1,6 2,0 2,5	5	80 64 64 64 48 48 48 40 40 40 40 32 32	25	0,2 0,25 0,3 0,4 0,5 0,6 0,8 1,0 1,2 1,4 1,6 2,0 2,5 2,8 3,0	8	80 80 80 64 64 64 48 48 48 48 40 40 40 40 32	32	0,20 0,25 0,3 0,4 0,5 0,6 0,8 1,0 1,2 1,4 1,6 2,0 2,5 2,8 3,0 4,0	8	100 100 80 80 80 64 64 64 48 48 48 48 40 40 40 40

D*	B	d**	Số răng cho loại			D*	B	d**	Số răng cho loại		
			1	2	3				1	2	3
40	0,20 0,25 0,3 0,4 0,5 0,6 0,8 1,0 1,2	10	128 100 100 100 80 80 80 64 64	-	-	40	1,4 1,6 2,0 2,5 2,8 3,0 4,0 5,0	10	64 64 48 48 48 48 40 40		

(tiếp bảng 4-86).

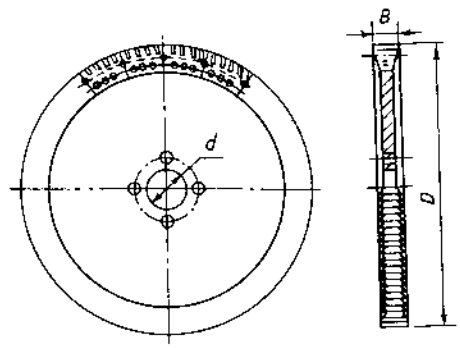
D*	B	d**	Số răng cho loại			D*	B	d**	Số răng cho loại		
			1	2	3				1	2	3
50	0,2	13	128			80	0,3	22	160		
	0,25		128				0,4		160		
	0,3		128				0,5		128		
	0,4		100				0,6		128	64	
	0,5		100	48			0,8		128	64	
	0,6		100	48			1,0		100	48	24 (20)
	0,8		80	48			1,2		100	48	24 (18)
	1,0		80	40			1,6		100	48	24 (18)
	1,2		80	40	20		2,0		80	48	20 (16)
	1,6		64	40	20		2,5		80	40	20 (16)
	[illegible]		64	32	16		3,0		80	40	20 (16)
	2,5		64	32	16		4,0		64	40	
	3,0		48	32	16		5,0		64	32	
	[illegible]		48	24			6,0		64		
	5,0		48								
	6,0		40								

D*	B	d**	Số răng cho loại			D*	B	d**	Số răng cho loại		
			1	2	3				1	2	3
63	0,25	16	160			100	0,5	22	160		
	0,3		128				0,6		160	80	
	0,4		128				0,8		128	64	
	0,5		128	64			1,0		128	64	32 (22)
	0,6		100	48			1,2		128	64	32 (20)
	0,8		100	48	24 (18)		1,6		100	48	24 (20)
	1,0		100	40	20 (16)		2,0		100	48	24 (18)
	1,2		80	40	20 (16)		2,5		100	48	24 (18)
	1,6		80	40	20 (16)		3,0		80	40	20 (16)
	2,0		80	32	16 (14)		4,0		80	40	
	2,5		64	32	16		5,0		80		
	3,0		64	32			6,0		64		
	4,6		64								
	5,0		48								
	6,0		48								

(tiếp bảng 4-86)

D*	B	d**	Số răng cho loại			D*	B	d**	Số răng cho loại		
			1	2	3				1	2	3
125	0,6	27	160			160	1,0	32	160	80	
	0,8		160	80			1,2		160	80	40(26)
	1,0		160	80			1,6		160	80	32(22)
	1,2		128	64			2,0		128	64	32(22)
	1,6		128	64	32(22)		2,5		128	64	32(20)
	2,0		128	64	32(20)		3,0		128	64	24(20)
	2,5		100	48	24(20)		4,0		100	48	
	3,0		100	48	24(18)		5,0		100	48	
	4,0		100	48	24(18)		6,0		100	48	
	5,0		80								
	6,0		80								
200	1,0	32	200			250	1,6	32	200	100	
	1,2		200	100			2,0		200	100	
	1,6		160	80			2,5		160	180	40(28)
	2,0		160	80	40(26)		3,0		160	80	40(26)
	2,5		160	80	40(26)		4,0		160	80	40(26)
	3,0		128	64	32(22)		5,0		128	64	32(22)
	4,0		128	64	32(22)		6,0		128	64	32
	5,0		128	64	32(20)						
	6,0		100	48							
315	2,5	40	200	100	48	*Dung sai h16 ; **Dung sai H7 1/ Sai lệch giới hạn của chiều rộng dao phay cấp 1 và cấp 2, mm: B<1mm $^{+0,015}_{+0,08}$; B=1÷3 $^{+0,26}_{+0,16}$; B > 3 $^{+0,3}_{+0,18}$ Dao cấp 3: B <3mm : ± 0,08 ; B > 3mm : ± 0,1 2/ Trong ngoặc chỉ ra số răng theo cấp 2.					
	3,0		160	100	48						
	4,0		160	80	40						
	5,0		160	80	40						
	6,0		160	80	40						

Bảng 4-87. *Kích thước dao phay cưa dùng cho kim loại (lưỡi cưa xecmăng)*

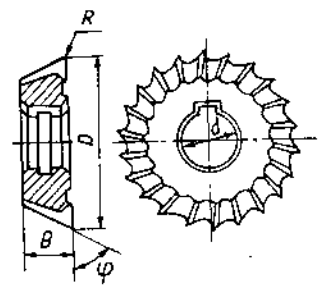


D(Js)	d	B	Số răng trên 1 mảnh			D(Js)	d	B	Số răng trên 1 mảnh		
			4	6	8				4	6	8
			Số mảnh trên dao phay						Số mảnh trên dao phay		
250	32					800	80	7,0	94	144	192
275*	32*	5,0	56	84	112						
315	40					1000	100	8,0	120	180	240
350*	32*					1010*	120*				
400	50					1250	100	9,0			
410*	70*	6,0	72	108	144						
500	50					1430*	150*	12,5	144	216	288
510*	70*					1600					
610*	80*	6,5	80	120	160	2000	120				
630	80										
710*	80*		94	144	192	2000*	240*	14,5	176	264	352

* Đường kính dãy thứ hai.

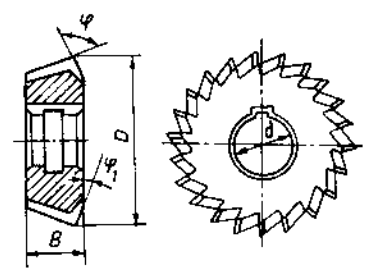
4. Dao phay góc.

Bảng 4-88. *Kích thước dao phay 1 góc, mm*



D	B	d	φ°
40	8	16	45;50
	10		60;65;70
	12		75;80;85;90

Bảng 4-89. *Kích thước dao phay 2 góc không đối xứng, mm*



φ°	D	B	d
50	80	16;20	22
55	40	6	16
	50	8	

(tiếp bảng 4-88)

D	B	d	φ^0
50	10 12 16	16	45;50;110;120 55;60;65;70;100;105 75;80;85;90
63	12 16 20	22	45;50 55;60;65;70;100 75;80;85;90

(tiếp bảng 4-89)

φ^0	D	B	d
55	63	10	22
	80	16;20	
60	40	6	
	50	8	16
	63	10	
	80	16;20	22

(tiếp bảng 4-89)

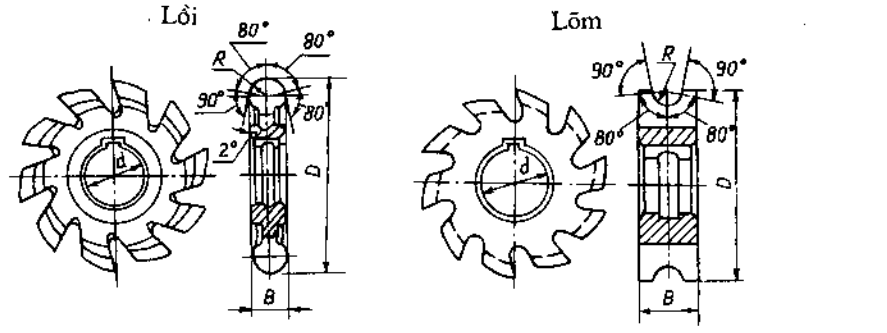
φ^0	D	B	d
65	40	6	
	50	8	16
	63	10	
	80	16;20;25	22
70	40	8	
	50	10	16
	63	12	
	80	16;20;25	22
75	40	8	
	50	10	16
	63	12	
	80	16;20;25	22
100	40	12	
	50	16	16
	63	20	22

φ^0	D	B	d
80	40	10	
	50	12	16
	63	16	
	80	16;20;25	22
85	40	10	
	50	12	16
	63	16	
	80	16;20;25	22
90	40	10	
	50	16	16
	63	20	
	80	25	22

Chú thích: Đối với dao có góc :
φ=50-85^0 thì φ_1=15^0; φ =90^0 thì φ_1=20^0
φ=100^0 thì φ_1=25^0

5. Dao phay định hình.

Bảng 4-90. *Kích thước dao phay định hình bán nguyệt, mm*

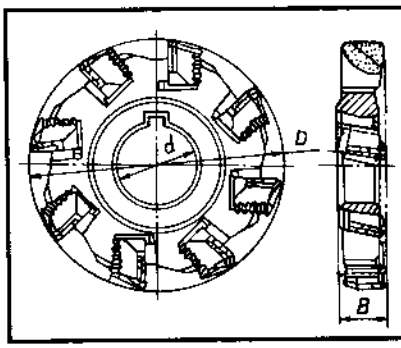


R	D (h15)	B (h14)	d (H7)	số răng	R	D (h15)	B (h14)	d (H7)	số răng
Dao phay lồi									
1,6 2,0 2,5	50	3,2 4,0 5,0	22	14	2,5 3,0 4,0	63	5,0 6,0 8,0	22	12

(tiếp bảng 4-90)

R	D (h15)	B (h14)	d (H7)	số răng	R	D (h15)	B (h14)	d (H7)	số răng
Dao phay lồi									
4,0		8,0			8,0		16,0		
5,0		10,0			9,0		16,0		
6,0	80	12,0	27	10	10,0	100	20,0	32	10
7,0		14,0			11,0		22,0		
8,0		16,0			12,0		24,0		
12,0		24,0			18,0	125	36,0		
14,0	125	28,0	32		20,0		40,0		
16,0		32,0							
					25,0	130	50,0	40	
Dao phay lõm									
1,5					7,0	80	25	27	
1,6		7			8,0		28		
2,0	50	8		14	8,0		28		
2,5					9,0		32		
2,5		10	22		10,0	100	35		10
3,0	63	12		12	11,0				
4,0					12,0		40	32	
4,0		14			12,0				
5,0	80	18	27	10	12,5	125			
6,0		22			14,0		45		

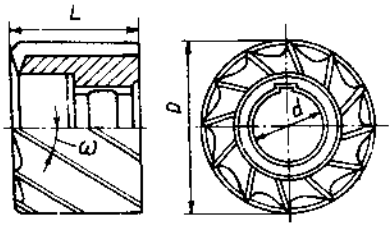
Bảng 4-91. *Kích thước dao phay đĩa hai phía gắn mảnh hợp kim cứng, mm*



D	B	d	số răng
100	18	32	8
125	20	40	10
160	22	50	12
200	25	60	14
250	28	60	18
315	32	60	20

6. Dao phay mặt đầu.

Bảng 4-92. *Kích thước dao phay mặt đầu bằng thép gió, mm*



D(Js)	L	d(H7)	Số răng theo loại	
			1	2
40	2	16	10	
50	36	22	12	
63	40	27	14	8
80	45	32	16	10
100	50	32	18	12

Dao phay được chế tạo theo hai loại:

Loại 1/ Dao phay mặt đầu răng nhỏ (mịn):

a - Dao phay đường kính 40 ÷ 50 mm, có then dọc.

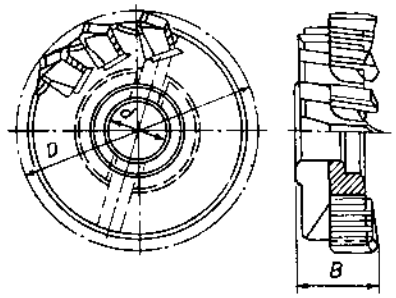
b - Dao phay đường kính 63 ÷ 100 mm có then mặt đầu.

Loại 2/ Dao phay mặt đầu răng lớn có thể chế tạo với bước răng vòng không đều.

Góc nghiêng rãnh thoát phoi $\omega = 25 - 30^0$ cho loại 1.

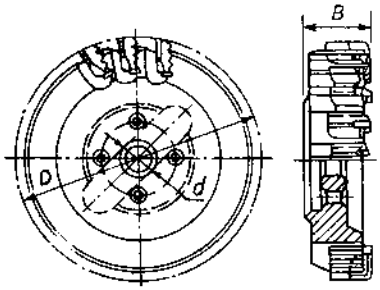
$\omega = 35 - 40^0$ cho loại 2.

Bảng 4-93. *Kích thước dao phay mặt đầu răng chắp mảnh thép gió, mm*



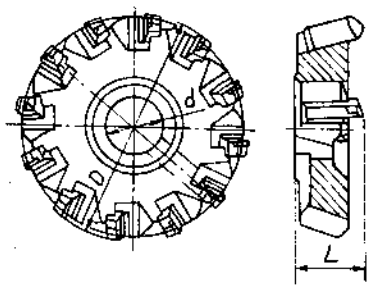
D	B(h16)	d	Số răng
100	40	32	10
125	40	40	14
160	45	50	16
200	45	50	20
250	45	50	26

Bảng 4-94. *Dao phay mặt đầu răng chắp mảnh hợp kim cứng, mm*



D	B	d(H7)	Số răng
100	39	32	10
125	42	40	12
160	46	50	16
200	46	50	20
250	47	50	24
315	66	60	30
400	66	60	36
500	71	60	44
630	71	60	52

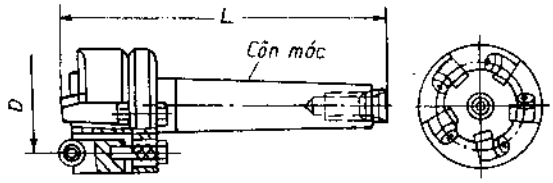
Bảng 4-95. *Kích thước dao phay mặt đầu răng chắp mảnh hợp kim cứng, mm*



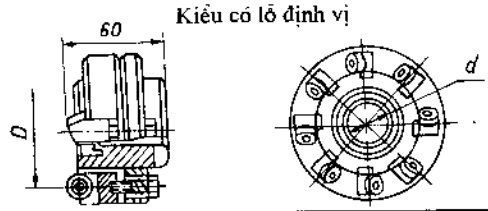
D	B	d(H7)	Số răng
100	50	32	8
125	55	40	8
160	60	50	10
200	60	50	12
250	75	50	14
315	75	60	18
400	85	60	20
500	85	60	26
630	85	60	30

Bảng 4-96. *Kích thước dao phay mặt đầu có cơ cấu kẹp tròn mảnh hợp kim cứng, mm*

Kiểu có chuôi



Kiểu có lỗ định vị

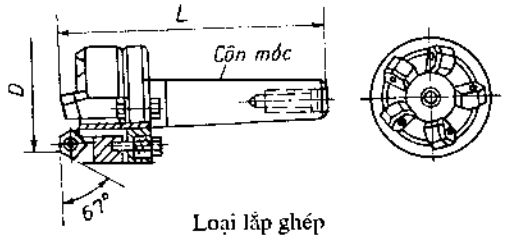


D	L	số răng	Côn mooc	d
50	167	5	4	
63	197	6	4	
100	32	10		32
125	40	12		40
160	50	14		50
200	50	16		50

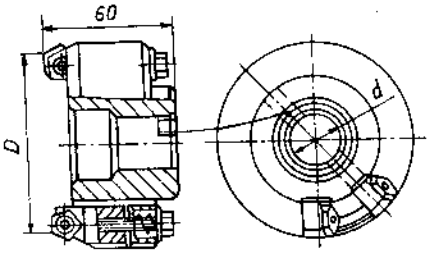
Dao phay này để gia công các loại vật liệu khác nhau có lượng dư tới 4 mm. Việc dùng dao loại này càng có hiệu quả khi cắt lớp lượng dư càng nhỏ. Khi chiều sâu cắt t = 4mm, có thể xoay mảnh 6-7 lần khi dùng một phía, và 12-14 lần khi dùng cả hai phía. Giảm chiều sâu cắt dẫn tới tăng tuổi bền dao.

Bảng 4-97. *Kích thước dao phay mặt đầu có cơ cấu kẹp mảnh hợp kim cứng theo 5 cạnh, mm*

Kiểu chuôi côn



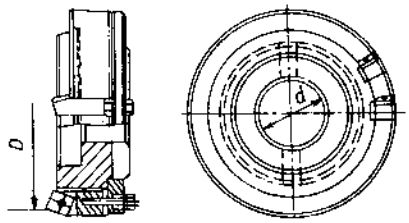
Loại lắp ghép



D	L	d	số răng	Côn mooc
Kiểu chuôi côn				
63	172		5	4
Loại lắp ghép				
100		32	6	
125		40	8	
160		50	10	
200		50	12	

Dao phay này dùng để gia công các loại vật liệu khác nhau có lượng dư tới 9mm.
Góc nghiêng chính $\varphi = 67^0$
Góc nghiêng phụ $\varphi_1 = 5^0$

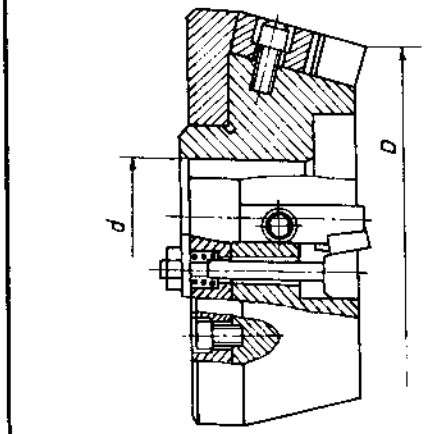
Bảng 4-98. *Kích thước dao phay mặt đầu có cơ cấu kẹp mảnh hợp kim cứng theo 4 cạnh, mm*



D	d	Số răng
100	32	10
125	40	12
160	50	16
200	50	20

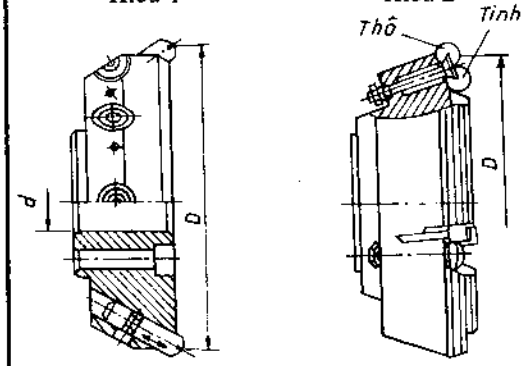
Dùng để gia công các chi tiết có lượng dư không đều tới 12mm, trên các máy phay có độ cứng vững cao.
Góc nghiêng chính $\varphi = 75^0$

Bảng 4-99. *Kích thước dao phay mặt đầu có cơ cấu kẹp 4 cạnh bằng chêm, mm*



D	d
100	32
125	40
160	50
200	50
250	60
315	60
400	60
500	60

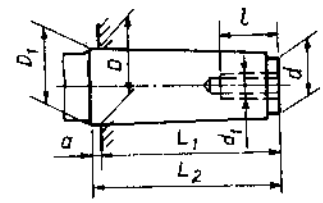
Bảng 4-100. *Kích thước dao phay mặt đầu, gắn mảnh dao bằng vật liệu tổng hợp (compôdit), mm*



D	d
100	32
125	40
160	50
200	50
250	60
315	60
400	60

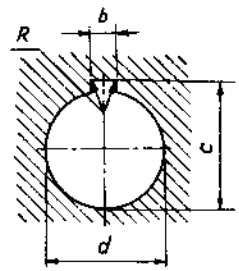
Dao được chế tạo theo ba kiểu:
1-Có các lưỡi cắt mài sắc lại.
2-Có mảnh một bậc tròn không mài sắc lại.
3-Có bậc; d-đường kính lỗ lắp ghép

Bảng 4-101. *Kích thước côn ngoài của dụng cụ có chuôi côn, mm*



Côn mooc	D	D_1	d	L_1	L_2	a	d_1	l
0	9,045	9,2	6,4	50,0	53	3		
1	12,065	12,2	9,4	53,5	57	3,5	M6	16
2	17,780	18,0	14,6	64,0	69	5	M10	24
3	23,825	24,1	19,8	81,0	86	5	M12	28
4	31,267	31,6	25,9	102,5	109	6,5	M16	32
5	44,399	44,7	37,6	129,5	136	6,5	M20	40
6	63,348	63,8	53,9	182,0	190	8	M24	50

Bảng 4-102. *Kích thước lỗ của dụng cụ có dạng đĩa, dạng trụ, mm*



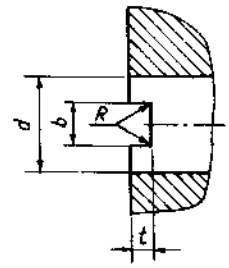
d (H6;H7)	b	c (H12)	Rmax	Rmin
8	2	8,9	0,16	
10	3	11,5	0,16	
13	3	14,6	0,16	0,08
16	4	17,7	0,16	
19	5	21,1	0,25	
22	6	24,1	0,25	
27	7	29,8	0,25	0,16
32	8	34,8	0,25	
40	10	43,5	0,4	
50	12	53,5	0,4	
60	14	64,2	0,4	0,25
70	16	75,0	0,4	
80	18	85,5	0,4	
100	25	107,0	0,6	0,40

Sai lệch giới hạn của chiều rộng b không thể vượt quá:

Lỗ:	C11
Trục ngắn (côngxôn):	H9 Hoặc P9;N9
Trục dài(đỡ 2 phía):	H11 hoặc P9;N9
Then:	h9 hoặc e7

Với dao cắt đứt , cắt rãnh, hoặc dao phay có chiều dầy < 6mm, cho phép chế tạo rãnh then có chiều rộng b với dung sai B12, chiều cao c với dung sai H14.

Bảng 4-103. *Kích thước then mặt đầu của dụng cụ , định vị bằng then mặt đầu,mm*



d(H7;H6) (h6;h5*)	b (h11)	t (H13)	Rmin	Rmax
5	3,3	2,5	0,4	0,6
8	5,4	4,0	0,4	0,6
10	6,4	4,5	0,6	0,8
13	8,4	5,0	0,7	1,0
16	8,4	5,6	0,7	1,0
19	10,4	6,3	0,9	1,2
22	10,4	6,3	0,9	1,2
27	12,4	7,0	0,9	1,2
32	14,4	8,0	1,2	1,6
40	16,4	9,0	1,5	2,0
50	18,4	10,0	1,5	2,0
60	20,5	11,2	1,5	2,0
70	22,5	12,5	2,0	2,5
80	24,5	14,0	2,0	2,5
100	24,5	16,0	2,5	3,0

* Cho phép thay h5 bằng g5.

VI.Dụng cụ gia công (cắt) răng.

Vật liệu dùng cho dụng cụ gia công (cắt) răng thường là các loại thép gió và các loại hợp kim cứng.

Để nâng cao tính cắt gọt của dụng cụ thì tốt nhất là dùng các loại thép có thể nhiệt luyện đạt độ cứng cao.

Với việc cắt gọt thông thường thì dùng các loại thép gió mác P18, P12, P6M5. Với các loại thép gió thuộc nhóm côban thì đạt độ cứng cao

hơn (64 ÷ 66 HRC) như P9K5, P9K10... độ bền mòn có thể tăng lên 2÷3 lần so với P18. Do đó dùng chúng có thể nâng cao năng suất cắt gọt.

Dụng cụ gia công răng bằng hợp kim cứng thuộc nhóm vônphram như BK6M, BK8 được dùng để gia công các bánh răng bằng gang, kim loại mầu và vật liệu phi kim loại. Các bánh răng thép có môđun khoảng 2,5mm được gia công bằng dao phay răng hợp kim cứng thuộc nhóm titan: T5K10, T15K6, T30K8... có tốc độ cắt tới 200 ÷ 300m/phút.

1. Dao phay đĩa môđun.

Dao phay môđun đĩa được dùng để cắt thô và cắt tinh các bánh răng trụ răng thẳng, cắt thô các bánh răng nghiêng, cắt thô và đôi khi cả cắt tinh các bánh răng côn thẳng, trục răng, trục then hoa thân khai theo phương pháp cắt định hình.Dao phay này được chế tạo theo hai loại: loại thô có prôphin lưỡi cắt không được mài để cắt thô răng và loại tinh có prôphin lưỡi cắt được mài.

Dao phay môđun đĩa hớt lưng prôphin của răng thì lưỡi cắt có dạng thân khai. Trên các răng của dao phay thô, người ta tạo ra các rãnh để làm vụn phoi; Góc trước của dao phay $\gamma=5 \div 10^0$, góc sau $\alpha=10 \div 15^0$. Trên các dao phay tinh thì $\gamma= 0^0$.

Về lý thuyết thì các bánh răng có số răng khác nhau, cần có dao phay răng riêng cho từng bánh răng. Trong thực tế cho phép sai số về prôphin răng nên một con dao phay (có môđun đã cho) có thể gia công được một số bánh răng có số răng khác nhau trong một giới hạn nhất định. Khi đó prôphin của răng dao được lấy theo prôphin của bánh răng có số răng nhỏ nhất trong nhóm đó.Ví dụ: prôphin của dao số 5 được tính theo chân răng của bánh răng có số răng Z=26.

Người ta chế tạo một bộ gồm 8 dao để cắt các bánh răng có môđun tới 8 mm và một bộ gồm 15 con dao để cắt các bánh răng có môđun lớn hơn 8 mm. Số dao trong bộ được chọn theo số răng của bánh răng gia công (bảng 4-104).

Bảng 4-104. *Bộ dao phay môđun đĩa, mm*

Bộ	Số hiệu dao														
	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8
	Số răng của bánh răng được gia công , Z														
8 dao	12 ÷ 13		14 ÷ 16		17 ÷ 20		21 ÷ 25		26 ÷ 34		35 ÷ 36		55 ÷ 134		135 ÷ Thanh răng
15 dao	12	13	14	15 ÷ 16	17-18	19 ÷ 20	21 ÷ 22	23 ÷ 25	26 ÷ 29	30 ÷ 34	35 ÷ 41	42 ÷ 54	55 ÷ 79	80 ÷ 134	135 ÷ Thanh răng

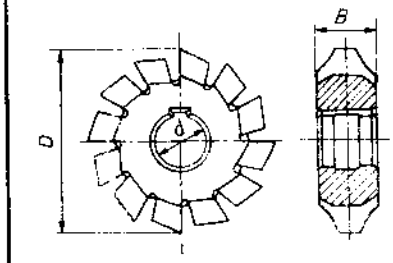
Các kích thước chính của dao phay môđun đĩa giới thiệu ở bảng 4-105.

Để cắt thô và cắt tinh các bánh răng trụ cấp chính xác 9 người ta chế tạo loại dao phay lắp ghép có năng suất cao.

Khi cắt thô các bánh răng có môđun lớn và trung bình người ta dùng dao phay môđun hợp kim cứng, loại dao này cho phép cắt tương

đương với việc cắt bằng dao trục vít thép gió và giảm được thời gian cơ bản từ 2 ÷ 2,5 lần.

Bảng 4-105. *Các kích thước chính của dao phay môđun đĩa, mm*

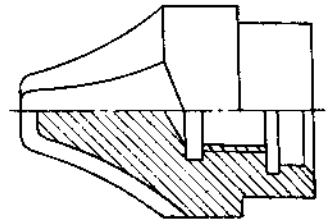


Môđun	D	d	Z	B ($N^0$1 ÷ 8)
1,125-1,375	50	19	14	4-5,5
1,5-1,75	55	22	14	5-7
2-2,25	63	22	12	6-8,5
2,5-2,75	70	22	12	7,5-10,5
3-3,75	80	27	12	9-14
4-4,5	90	27	12	11,5-16,5
5-5,5	100	27	12	14,5-20
6-7	110	32	10	17-24,5
8-9	125	32	10	22-28
10-11	140	40	10	27-37
12-14	160	40	10	32-47
16	180	50	10	42-53
Chú thích: Trị số B lớn lấy cho số hiệu dao bé				

2. Dao phay môđun ngón (hình 4-20).

Dao phay môđun ngón dùng để cắt răng thẳng, răng nghiêng của bánh răng trụ và cắt răng chữ V của các bánh răng khổng lồ (m=10 ÷ 50mm).

Dao phay môđun ngón gồm hai phần: phần lưỡi cắt 1 và phần chuôi 2 để kẹp chặt dao vào trục chính của máy.



Hình 4-20. *Dao phay môđun ngón.*

Phần cắt của dao có thể liền một khối, có thể lắp ghép và cũng có thể hàn mảnh hợp kim. Dao phay thô được chế tạo có góc trước $\gamma=5\div10^0$ và các rãnh để bẻ phoi. Còn dao phay tinh thì góc trước $\gamma=0^0$. Prôphin của răng dao được mài và hớt lưng. Đối với bánh răng trụ răng thẳng thì prôphin răng của dao phay được lấy theo dạng chân răng của bánh răng, đối với bánh răng có răng nghiêng và răng chữ V thì prôphin răng dao khác với prôphin chân răng của bánh răng gia công, trong trường hợp này cần có tính toán riêng về prôphin của răng dao phay.

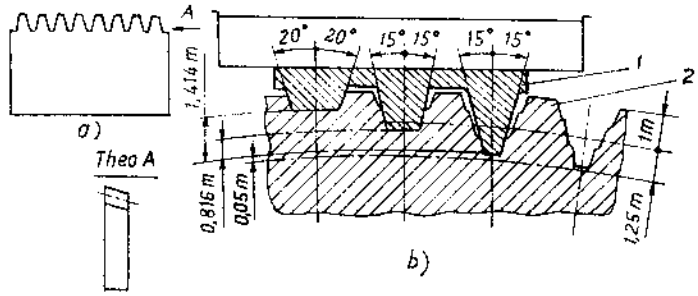
3. Dao lược cắt răng.

Dao lược cắt răng được chia ra loại răng thẳng và loại răng nghiêng, làm việc theo phương pháp cắt lăn và tiến dao ngang theo chu kỳ.

Dao lược răng thẳng (hình 4-21a) được dùng để gia công thô và tinh các bánh răng trụ răng thẳng và răng nghiêng ăn khớp ngoài, các răng cổ trục, bánh xích, cũng như các bánh răng chữ V có rãnh chia giữa các răng lớn.

Dao lược răng thẳng có hai răng (tới môđun m=50mm) và ba răng (tới m=40mm) răng có chiều cao và prôphin góc thay đổi (hình 4-21b) để cắt thô các bánh răng có môđun trung bình và lớn bằng phương pháp tiến dao ngang. Loại dụng cụ này đạt năng suất cao.

Dao lược răng nghiêng dùng thuận lợi khi gia công các bánh răng trụ răng nghiêng có đường thoát dao bị hạn chế, có góc nghiêng hướng răng lớn, cũng như các bánh răng chữ V có rãnh chia hẹp. Chiều dài bước răng nghiêng so với răng thẳng giảm đi do đó thời gian gia công rút ngắn lại. Prôphin của răng dao lược có dạng tiêu chuẩn và dạng biến đổi.



Hình 4-21. *Dao lược cắt răng.*
a/ Răng thẳng. b/ Răng thẳng có chiều cao và góc prôphin thay đổi

Khi gia công bánh răng qua một vài bước cắt thì lượng dư lấy theo một mặt răng trước khi gia công tinh (đối với góc prôphin $\alpha = 20^0$) bằng $0,5 + 0,15\sqrt{m}$. Dao lược gia công tinh thường chỉ gia công một bên của răng, như vậy việc cắt thô răng được thực hiện sâu hơn 0,05 môđun so với cắt tinh. Lượng dư cho một bên của răng để mài bánh răng có môđun m < 10mm bằng 0,11+0,15môđun, đối với m>10mm thì lấy bằng 0,26môđun.Số răng của dao phay giảm đi khi môđun răng tăng lên. Dao có môđun từ 1 - 1,75mm có 24 răng, còn có môđun từ 24 - 50 mm thì có 2-3 răng.

Dụng cụ cắt có một răng khi gia công các bánh răng có môđun cực lớn vượt quá giới hạn, tính năng của máy. Ưu điểm của việc gia công bằng dao có một răng là tính vạn năng. Loại dụng cụ này đặc biệt thuận lợi khi gia công các bánh răng có số răng ít.

Nếu khi gia công các bánh răng có môđun nhỏ và trung bình, năng suất cao nhất được bảo đảm bằng cách dùng dao phay môđun trục vít, khi gia công các bánh răng có môđun cực lớn năng suất và hiệu quả kinh tế cao nhất là dùng phương pháp bào răng bằng dao lược.

4. Dao phay trục vít.

Dao phay trục vít (dao phay lăn răng) là trục vít một hay nhiều đầu mối. Dọc theo đường tâm của răng người ta tạo các rãnh thoát phoi, các rãnh này có góc trước (γ^0), góc sau (α^0) ở phía đỉnh răng và ở cả hai bên cạnh răng, các góc này cần thiết để đảm bảo cắt gọt. Răng dao phay được hớt lưng. Dao phay trục vít được dùng để cắt các bánh răng trụ răng thẳng và răng nghiêng ăn khớp ngoài, cắt bánh vít và trục then hoa .

Người ta chia ra loại dao phay thô, phay tinh và phay tinh xác.

+Dao phay trục vít thô dùng để cắt phá (sơ bộ) các răng sau đó tiếp tục cắt bán tinh và tinh, cuối cùng là mài răng.Để nâng cao năng suất và giảm nhẹ điều kiện cắt, người ta tạo loại nhiều đầu mối có góc trước γ^0=5-10^0.Ở những dao phay trục vít , muốn có góc sau ở đỉng răng và mặt bên (α^0=10-15^0) người ta không hớt lưng mà tiến hành mài mặt sau. Các dao phay loại này cho phép tăng năng suất cắt và tăng tuổi bền của dao.

+Dao phay trục vít tinh và tinh xác.

Loại dao phay trục vít tinh một đầu mối dùng để cắt những bánh răng trụ dạng thân khai được chia thành 3 loại và 5 cấp chính xác.

Loại 1 - Dao phay liền khối có môđun 1-10mm, cấp chính xác AA (bảng 4-106).

Loại 2 - Dao phay liền khối có môđun 1-10mm, cấp chính xác A,B, C, D và AA; Môđun 11-14mm, cấp chính xác AA, A, B, C và D; Môđun 16-20mm cấp chính xác AA và A. Dao phay môđun 1-10 mm được chế tạo theo hai kiểu: Kiểu 1 - Chiều dài tiêu chuẩn; Kiểu 2 - Chiều dài tăng thêm. Dao phay môđun 11-20mm được chế tạo có chiều dài theo tiêu chuẩn (bảng 4-106).

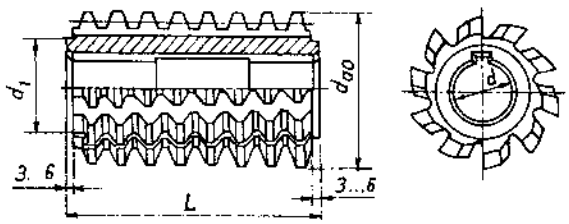
Loại 3 - Dao phay lắp ghép , môđun 8-25 mm, cấp chính xácA, B, C, D; Dao phay môđun 10-25 mm được chế tạo theo hai kiểu: Kiểu 1 - Các kích thước tiêu chuẩn (d_{ao},d,L). Kiểu 2 - Các kích thước giảm đi (d_{oa},d, L)

Dao phay môđun 8-9mm được chế tạo theo tiêu chuẩn (bảng 4-107).

Dao phay cấp chính xác AA và A được chế tạo có prôphin răng biến dạng hoặc không biến dạng. Dao phay tinh xác cấp chính xác AA dùng để cắt bánh răng có cấp chính xác 7, còn dao phay có cấp chính xác A, B, C, D dùng để gia công các bánh răng có cấp chính xác 8,9 và 10.

Các dao phay kiền khối và các thanh răng lắp lưỡi phay được chế tạo bằng thép gió. Độ cứng phần cắt HRC 62 - 65. Prôphin của răng dao được mài. Với dao phay tinh thì góc trước γ^0=0^0. Các rãnh thoát phoi thường được bố trí song song với đường trục. Các dao phay trong một số hiệu được chế tạo theo bước xoắn phải và bước xoắn trái.

Bảng 4-106. *Các kích thước chính của dao phay lăn răng, mm*



Môđun m_n	d_{ao}	d	d_1	L*	Số răn[1] [illegible]
Dao phay rỉnh xác liền khối loại I - Cấp chính xác AA					
1;1,125;1,25	71	32	50	71	
1,375;1,5;1,75	80		55	80	[illegible]
2;2,25	90	40	60	90	
2,5;2,75	100		65	100	
3;3,25;3,5;3,75	112		70	112	14
4;4,25;4,5	125	50	80	125	
5;5,5	140		85	140	
6;6,5;7	160	60	90	155	
8				175	12
9;10	180		95	180	
Dao phay liền khối loại II - Cấp chính xác AA,A; A; B; C và D					
1	40	16	25	32/50	
1,125	50	22	33	32/63	
1,25;1,375				40/70	
1,5;1,75	63	27	40	50/80	
2				50/90	
2,25	71			56/90	12
2,5;2,75				63/100	
3;3,25	80	32	50	71/112	
3,5				71/125	
3,75	90			80/125	10
4				80/140	
4,25				90/140	
4,5				90/140	
5	100			100/140	
5,5;6	112	40	60	112/160	
6,5	118			118/160	
7				125/160	
8	125			132/180	
9	140			150/180	9
10	150	50	75	170/200	
11	160			180	
12	170			200	
14	190		85	224	
16	212	60	100	250	
18	236			280	8
20	250			300	

1 - Dao phay loại 1 có môđun 1;1,25;1,5;2;2,5;3;4;5;6 ;8 và 10 và dao phay loại 2 có môđun 1;1,25;1,5;2;2,5; 3;3,5;4;5;6;8;10;12;16 và 20 là dùng nhiều hơn cả.

2 - Dao phay loại 2 cho phép chế tạo có phần côn lắp ghép với ổ có then mặt đầu và chiều rộng gờ vai tăng lên.

Bảng 4-107. *Các kích thước chính của dao phay lăn lắp ghép kiểu 3, cấp chính xác A, B,C và D, mm (xem hình ở bảng 4-106)*

m_0	Kiểu	d_{ao}	L	d	$Z_0 \geq$	m_0	Kiểu	d_{ao}	L	d	$Z_0 \geq$
8	1	180	165	50	10	16	1	265	270	70	10
9	1	200	170	60	10		2	225	225	50	8
10	1	200	210	60	10	18	1	280	290	80	10
	2	180	180	40	8		2	225	225	50	8
11	1	212	215	60	10	20	1	300	310	80	10
	2	180	180	40	8		2	250	250	60	8
12	1	225	240	60	10	22	1	320	330	80	10
	2	200	200	50	8		2	270	325	70	8
14	1	250	240	70	10	25	1	340	360	80	10
	2	200	200	50	8		2	305	360	70	8

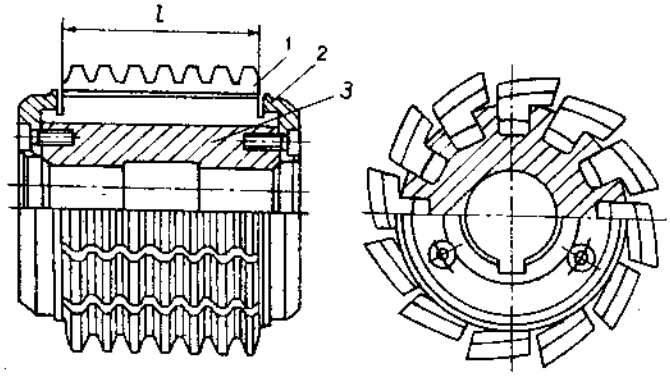
1 - Dao phay loại 3 được chế tạo có rãnh thoát phoi thẳng với đường tâm, cho phép chế tạo chúng có phần côn thu nhỏ.
2- Dao phay môđun 8;10;12;16;20 và 25 lag được dùng nhiều hơn cả.

+ Dao phay lăn răng lắp ghép.

Dao phay lăn răng lắp ghép (hình 4-22) được sử dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp ôtô.

Dao phay có chiều dài của thanh răng lắp ghép lớn 1 (120÷ 200mm) chiều rộng phần cắt của thanh răng tới 27 mm, đường kính tới 150 mm, số đầu mối 1÷3 và số răng của thanh răng 11÷15, đôi khi tới 17. Đường kính lỗ của dao phay 32 ÷ 40 mm.

Thanh răng 1 được ép chặt vào rãnh vuông góc của thân dao 3 được nung nóng. Độ dôi lắp ghép thanh răng bảo đảm không cho xê dịch dọc trục. Ngoài ra thanh răng còn được kẹp chặt từ hai đầu bằng nắp 2. Loại dao phay lắp ghép này bảo đảm tiết kiệm thép gió, có độ cứng sau nhiệt luyện cao hơn và ứng suất dư nhỏ hơn loại có cấu tạo liền khối.



Hình 4-22. *Dao phay lăn răng lắp ghép.*
1. thanh răng; 2. nắp; 3. thân dao.

Việc mài prôphin răng của thanh răng được thực hiện khi ta lắp thanh răng vào một " thân dao công nghệ" để mài trên máy mài ren không có hớt lưng giống như mài ren vít bằng đá mài lớn có năng suất và độ chính xác cao. Góc sau của mép cắt được tạo nên do cách gá đặt của thanh răng vào thân dao. Nhờ có chiều dài và chiều rộng của phần cắt lớn, nên thời hạn sử dụng của chúng cao hơn từ 3 - 5 lần so với loại dao tiêu chuẩn thông thường và chúng làm việc ở chế độ cắt cao (v=60-80m/ph; S = 3 ÷ 6mm/vòng).

+ Dao phay lăn răng không mài prôphin răng.

Loại dao phay này khác với loại bình thường là sau khi nhiệt luyện người ta không mài răng, như vậy prôphin cuối cùng của răng dao là do dao tiện hớt lưng tạo nên.

Loại dao phay lăn răng không mài prôphin so với loại dao liền khối được mài hớt lưng, có phần prôphin được sử dụng vào việc cắt tăng lên đáng kể, còn góc sau và góc trước có trị số lớn.

Loại dao này so với loại dao lắp ghép ở trên có đường kính ngoài nhỏ hơn và số lượng rãnh thoát phoi lớn hơn, điều đó cho phép khi cùng một chế độ cắt thì nó có năng suất cao hơn. Độ chính xác của dao không mài prôphin thấp hơn độ chính xác của dao được mài prôphin khoảng 1 cấp và thường lấy cấp chính xác B. Trong thực tế người ta sử dụng chúng để phay bán tinh răng hoặc là trước khi mài trục then hoa.

Tuổi thọ của dao này lớn hơn 1,5 ÷ 2 lần so với dao phay lăn liền khối có mài prôphin răng.

+ Dao phay lăn răng hợp kim cứng.

Dao phay lăn răng hợp kim cứng có hai loại: loại lắp ghép và loại liền khối.

Dao phay lăn răng hợp kim cứng được dùng để cắt răng môđun nhỏ bằng thép, gang, vật liệu phi kim loại, kim loại mầu, cũng như các bánh răng bằng thép có môđun khoảng 2,5mm trong dạng sản xuất hàng khối. Tốc độ cắt 200 ÷ 300m/ph.

Dao phay lăn răng hợp kim cứng lắp ghép được dùng để cắt lần cuối các bánh răng trụ đã tôi có độ cứng tới HRC 64 và môđun 2 - 25mm, thay cho mài hoặc cà để giảm lượng dư trước khi làm bóng răng. Người ta chỉ tiến hành cắt hai bên mặt răng có lượng dư mỗi phía 0,1 - 0,4 mm.

+ Dao phay lăn để cắt bánh vít.

Dao phay lăn để cắt bánh vít có cấu tạo phụ thuộc vào phương pháp cắt. Khi cắt theo cách chạy dao hướng kính thì dao có dạng hình trụ. Bánh vít có góc nghiêng của răng lớn hơn 8^0 thì người ta cắt theo tiếp tuyến (hướng trục).

Các thông số hình học của dao phay lăn cắt bánh vít phụ thuộc vào các thông số của trục vít. Số đầu mối của dao bằng số đầu mối của trục vít, chiều dầy của răng dao cần phải lớn hơn chiều dầy của răng trục vít một lượng bằng khe hở giữa hai răng khi truyền dẫn trục vít, còn

đường kính ngoài cũng lớn hơn một lượng bằng hai lần khe hở hướng kính khi truyền dẫn.

Khi phay người ta tiến hành theo hai nguyên công: thô và tinh, dao phay thô có đầu dao to, còn phay tinh thì có chiều dầy răng lớn.

+ Dao phay trục vít có nhiều đầu mối.

Dao phay trục vít có nhiều đầu mối được dùng để nâng cao năng suất nhưng độ chính xác gia công thì lại giảm đi, thông số về độ nhám bề mặt lại tăng lên so với khi gia công bằng dao một đầu mối. Khi dùng dao nhiều đầu mối thì số răng của bánh răng được gia công không được là bội số chẵn của số đầu mối dao phay để tránh các sai sót trên bước răng của bánh răng. Khi chuyển từ phay bằng dao một đầu mối sang phay bằng dao hai đầu mối thì năng suất tăng 40-50%, còn phay bằng dao ba đầu mối thì tăng tới 60-70%.

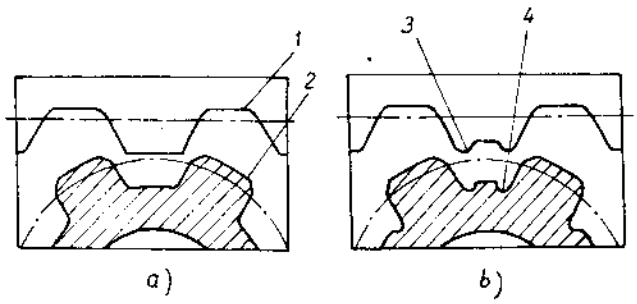
Trong công nghiệp chế tạo các thiết bị, dao phay hai đầu mối được dùng nhiều để gia công các bánh răng trước khi cà răng, còn dao phay ba đầu mối thì ít dùng.

+ Dao phay trục vít để gia công các trục then hoa.

Dao phay trục vít gia công then hoa được dùng để cắt các rãng then hoa, được định tâm theo mặt bên răng hoặc đường kính trong. Răng của dao phay để gia công các loại then hoa răng thẳng thì có prôphin đặc biệt. Với mỗi một số then hoa theo prôphin đã cho cần có một con dao phay riêng.

Như vậy dao phay then hoa có prôphin tiêu chuẩn và prôphin biến đổi.

Khi định tâm trục then hoa bằng đường kính ngoài thì răng của dao có má cạnh 1 (trên hình 4-23a) để vát mép 2 ở trên đỉnh răng của then, trong các trường hợp này thì chiều cao của then tăng lên. Khi định tâm trục then hoa theo đường kính trong thì răng của dao có thêm bộ phận tăng cường 3 (hình 4-23b).



Hình 4-23. *Prôphin của dao phay trục vít*
a-Có má cạnh;
b-Có má cạnh và bộ phận tăng cường.
1.má cạnh; 2.mép vát;
3.bộ phận tăng cường;4.rãnh thoát đá mài.

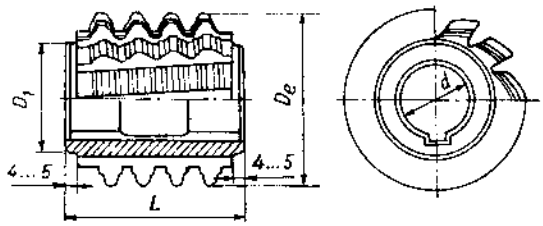
Công dụng của bộ phận tăng cường này là để cắt rãnh 4 ở chân răng tạo rãnh thoát đá khi mài mặt bên của then hoa

Khi định tâm các trục then hoa thẳng bằng cả đường kính trong và mặt bên răng thì prôphin của răng dao có hình dạng phức tạp hơn nhiều.

Những dao phay như vậy thì công nghệ chế tạo phức tạp mà tuổi bền lại thấp cho nên trong nhiều trường hợp rãnh ở chân răng thường được cắt bằng dao phay đĩa trong một nguyên công riêng biệt.

Để cắt các then hoa có prôphin dạng thân khai thì dao phay có prôphin thẳng, với góc prôphin răng cắt bằng góc prôphin thân khai. Bằng con dao phay này người ta có thể gia công (cắt) các trục có số then khác nhau nhưng có cùng môđun và có cùng góc prôphin thân khai.

Bảng 4-108. *Các kích thước cơ bản của dao phay trục vít để phay trục then hoa có prôphin răng thẳng, mm.*



Kích thước các loại trục then hoa			Kích thước dao phay trục vít						
Z x d x D Loại nhẹ	Z x d x D Loại trung	Z x d x D Loại nặng	D_e dùng cho loại		L	d	D_1 Không nhỏ hơn	Số răng dao phay dùng cho loại	
			nhẹ	Trung và nặng				nhẹ	Trung và nặng
	6x16x20 6x18x22	10x16x20 10x18x23		63	50	22	34		
	6x21x25 6x23x28	10x21x26 10x23x29		70	56				
6x26x30 6x28x32 8x32x36	6x26x32 6x28x34 8x32x38	10x26x32 10x28x35 10x32x40	70	80	63	27	40	12	10
8x36x40 8x42x46	8x36x42 8x42x48	10x36x45 10x42x52	80	90	70	32	50		
8x46x50 8x52x58 8x56x62	8x46x54 8x52x60 8x56x65	10x46x56 16x52x60 16x56x65	90	100	80			14	12
8x62x68 10x72x78 10x82x88	8x62x72 10x72x82 10x82x92	16x62x72 16x72x82 20x82x92	100	112	90	40	60		
10x92x98 10x102x108	10x92x102 10x102x112	20x92x102 20x102x115	112	125	100				
10x112x120	10x112x125	20x112x125	125	140	112				

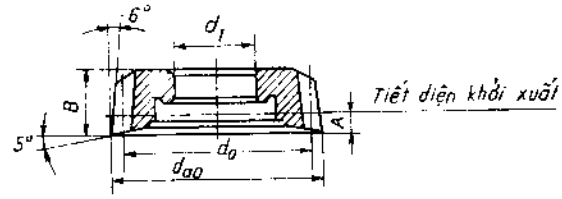
5. Dao xọc răng.

Dao xọc răng được chế tạo theo 5 loại và 3 cấp chính xác.

Dao xọc cấp chính xác AA được dùng để cắt bánh răng cấp chính xác 6, còn dao xọc cấp chính xác A dùng cho bánh răng cấp chính xác 7 và cấp chính xác B của dao xọc dùng để cắt bánh răng cấp chính xác 8.

Dao xọc đĩa răng thẳng cấp chính xác AA; A và B loại 1 cho trong bảng 4-109.

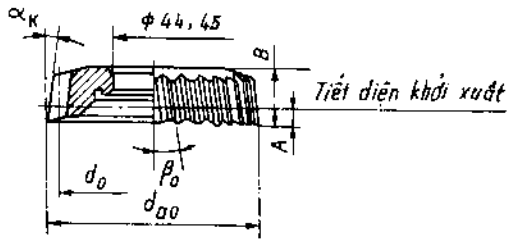
Bảng 4-109. *Các kích thước cơ bản của dao xọc đĩa răng thẳng loại 1, mm*



Modun m_0	Số răng Z_0	Đường kính vòng		Khoảng cách A từ tiết diện khởi xuất tới mặt trước	Chiều dầy răng B
		Chia d_0	Đỉnh răng d_{a0}		
Đường kính danh nghĩa 80mm; d_1=31,75mm					
1	76	76	79,82	6,3	
1,25	60	75	79,38	5,9	12
1,5	50	75	79,95	5,7	
2	38	76	82,12	5,3	15
2,5	30	75	82,25	4,8	
3	25	75	83,4	4,3	
4	19	76	86,72	3,4	17
5	16	80	93,1	2,8	
Đường kính danh nghĩa 100mm; d_1=44,45mm					
1	100	100	104,3	8,6	
1,25	80	100	104,88	8,3	17
1,5	68	102	107,49	8,3	
2	50	100	106,6	7,6	
2,5	40	100	107,75	7,1	20
3	34	102	110,94	6,8	
4	25	100	111,2	5,7	
5	20	100	113,5	4,8	
6	17	102	117,84	4	22
8	14	112	132,64	3	
Đường kính danh nghĩa 125mm; d_1=44,45mm					
2	62	124	131,08	9,9	
2,5	50	125	133,25	9,5	22
3	42	126	135,42	9,1	
4	31	124	135,68	8	24
5	25	125	139	7,1	
6	21	126	142,32	6,3	
8	16	128	148,96	4,6	28
10	14	140	165,68	3,8	
Đường kính danh nghĩa 160mm; d_1=89,9mm					
6	27	162	179,04	9,7	30
8	20	160	181,6	7,6	
10	16	160	186,2	5,7	32
Đường kính danh nghĩa 200mm; d_1=106,6mm					
8	25	200	222,4	11,4	
10	20	200	227	9,5	40
12	17	204	235,68	8	

Dao xọc đĩa loại 2 răng nghiêng cấp chính xác A và B cho trong bảng 4-110. Cả hai loại dao này dùng để gia công bánh răng trụ ăn khớp ngoài.

Bảng 4-110. *Các kích thước cơ bản (mm) của dao xọc đĩa răng nghiêng loại 2 có đường kính danh nghĩa 100 mm*



Môđun m_o	Số răng Z_0	Đường kính vòng: Chia d_0	Đường kính vòng: Đỉnh răng d_{a0}	Góc nghiêng răng β^0	Khoảng cách A từ tiết diện khởi xuất tới mặt trước	Chiều dầy răng B
Góc nghiêng danh nghĩa của răng $\beta^0 = 15^0$						
1	100	103,626	108,13	15°12'10"	9,18	
1,25	80	103,626	108,75	15°12'10"	9,18	17
1,5	66	102,515	108,26	15°02'50"	9,10	
2	50	103,626	110,63	15°12'10"	9,18	
2,5	40	103,626	111,89	15°12'10"	9,18	
3	32	99,195	108,62	14°34'51"	8,84	20
4	25	103,626	115,63	15°12'10"	9,18	
5	20	103,626	118,13	15°12'10"	9,18	22
6	16	99,195	116,12	14°34'51"	8,84	
Góc nghiêng danh nghĩa của răng $\beta^0 = 23^0$						
	94	102,212	106,59	23°07'20"	8,23	
1,25	76	103,501	108,52	23°23'04"	8,3	17
1,5	62	100,93	106,55	22°51'50"	8,15	
2	47	102,212	109,09	23°07'26"	8,23	
2,5	37	100,292	108,39	22°44'02"	8,12	
3	32	104,798	114,22	23°38'44"	8,37	20
4	23	99,655	111,5	22°36'15"	8,08	
5	19	103,501	117,9	23°23'04"	8,30	
6	16	104,798	121,32	23°38'44"	8,37	22

1 - Bước răng của dao trên vòng chia có góc nghiêng danh nghĩa của răng $\beta = 15^0$; P_z=1198mm; góc sau khi đỉnh nằm trong tiết diện hướng trục α_k=6°12'.

2 - Bước răng của dao trên vòng chia có góc nghiêng danh nghĩa của răng $\beta = 23^0$; P_z=751,96mm; góc sau khi đỉnh nằm trong tiết diện hướng trục α_k=6°30'.

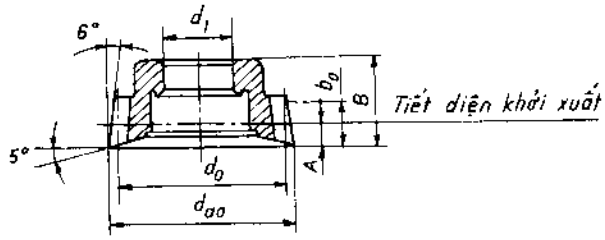
Loại 3 là loại dao xọc răng thẳng dạng bát , cấp chính xác AA, A và B có đường kính danh nghĩa vòng chia 50, 80, 100, 125 (bảng 4-111) dùng để cắt các vành răng kín. Trong trường hợp này đầu trục chính và đai ốc kẹp chặt nằm ở phần trong của dao xọc.

Dao xọc dạng bát cứng vững hơn noại dao xọc chuôi côn, vì thế người ta dùng chúng để gia công các bánh răng ăn khớp trong có độ chính xác cao hơn.

Loại 4 là loại dao xọc răng thẳng có chuôi , cấp chính xác A và B (bảng 4-112).

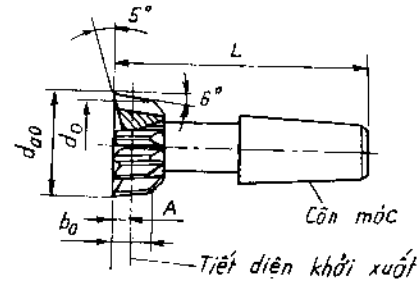
Loại 5 là loại dao xọc răng nghiêng có chuôi , cấp chính xác B (bảng 4-113), dùng để gia công các bánh răng ăn khớp trong có kích thước nhỏ.

Bảng 4-111. *Các kích thước cơ bản của dao xọc dạng bát răng nghiêng loại 2 có đường kính danh nghĩa 100 mm*



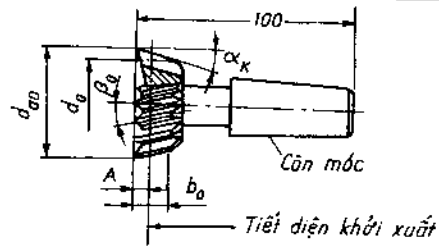
Môđun m_o	Số răng Z_0	Đường kính vòng: Chia d_0	Đường kính vòng: Đỉnh răng d_{a0}	Khoảng cách A từ tiết diện khởi xuất tới mặt trước	Chiều dầy răng b_0	Chiều dầy răng B
Đường kính danh nghĩa 50mm; d_1 = 20 mm						
1	50	50	53,3	3,8		
1,25	40	50	53,88	3,6	12	
1,5	34	31	55,47	3,4		
2	25	50	55,6	2,8		25
2,5	20	50	56,75	2,4	15	
3	17	51	58,92	2	17	
Đường kính danh nghĩa 80mm; d_1 = 31,75 mm						
1	76	76	79,82	6,2		
1,25	60	75	79,38	6	12	28
1,5	50	75	79,95	5,7		
2	38	76	82,12	5,3		
2,5	30	75	82,25	4,8	15	30
3	25	75	83,4	4,3	17	
Đường kính danh nghĩa 100mm; d_1 = 44,45 mm						
1	100	100	104,3	8,6		
1,25	80	100	104,88	8,3	17	30
1,5	68	102	107,49	8,3		
2	50	100	106,5	7,6		
2,5	40	100	107,75	7,1		
3	34	102	110,94	6,8	20	32
4	25	100	111,2	5,7		
5	20	100	113,5	4,8		
6	17	102	117,84	4	22	34
Đường kính danh nghĩa 125mm; d_1 = 4< ,45 mm						
5	25	125	139	7,1		
6	21	126	142,32	6,3	26	38
8	16	128	148,96	4,6		

Bảng 4-112. *Các kích thước cơ bản (mm) của dao xọc răng thẳng có chuôi côn, mm*



Môđun m_o	Số răng Z_o	Đường kính vòng: Chia d_o	Đường kính vòng: Đỉnh răng d_{a0}	Khoảng cách A từ tiết diện khởi xuất tới mặt trước	Chiều dầy răng b_o
Đường kính danh nghĩa 25mm; chiều dài L=80 mm					
1	26	26	28,8	1,4	10
1,25	20	25	28,38	1,2	
1,5	18	27	30,99	1,1	
2	12	24	29,08	0,38	12
2,5	10	25	31,25	0	15
3	9	27	34,44	-0,29	
Đường kính danh nghĩa 38mm; chiều dài L=100 mm					
1	38	38	41,06	2,66	12
1,25	30	37,5	41,12	2,4	
1,5	25	37,5	41,7	2,1	
2	19	38	43,36	1,7	15
2,5	15	37,5	44	1,2	
3	12	36	43,62	0,6	
4	10	40	50	0	17

Bảng 4-113. *Các kích thước cơ bản (mm) của dao xọc răng nghiêng có chuôi, loại 5 có đường kính danh nghĩa 38 mm*



Môđun m_o	Số răng Z_o	Đường kính vòng: Chia d_o	Đường kính vòng: Đỉnh răng d_{a0}	Góc nghiêng răng β^0	Khoảng cách A từ tiết diện khởi xuất tới mặt trước	Chiều dầy răng b_o
Góc nghiêng danh nghĩa của răng $\beta^0 = 15^0$						
1	36	37,218	39,92	14°41'47"	0,92	12
1,25	30	38,882	42,26	15°19'24"	1,15	
1,5	24	37,218	41,27	14°41'47"	1,38	
2	18	37,218	42,62	14°41'47"	1,84	15
2,5	15	38,882	45,63	15°19'24"	2,29	
3	12	37,218	45,32	14°41'47"	2,76	
4	9	37,218	48,02	14°41'47"	3,68	17

(tiếp bảng 4-113)

Góc nghiêng danh nghĩa của răng $\beta^0 = 23^0$						
1	35	38,023	40,72	23°00'03"	0,88	
1,25	28	38,023	41,4	23°00'03"	1,09	12
1,5	23	37,384	41,44	22°39'14"	1,32	
2	18	39,315	44,72	23°41'51"	1,74	
2,5	14	38,023	44,78	23°00'03"	2,19	15
3	12	39,315	47,42	23°41'51"	2,61	
4	9	39,315	50,12	23°41'51"	3,48	17
Bước trên vòng chia của răng P_Z= 445,80 mm và góc sau khi đỉnh nằm trong tiết diện hướng trục α_k=6°12' đối với β =15°; P_Z= 281,40 và α_k=6°30' đối với β = 23°						

Dao xọc là dụng cụ cắt có dạng một bánh răng được nhiệt luyện với độ cứng cao, có góc sau ở đỉnh $\alpha=6^0$ và góc sau ở hai sườn bên $\alpha_b=2^030'$. Vì vậy mà các răng của dao xọc có độ côn ở đỉnh không lớn, sau khi mài thì chiều dầy của răng và đường kính ngoài giảm đi, prôphin của răng thay đổi. Để nâng cao thời gian sử dụng của dao xọc khi cắt các bánh răng ăn khớp ngoài, ở những dao xọc mới người ta tăng đường kính vòng chia.

Góc trước γđể giảm nhẹ việc cắt lấy bằng $\gamma= 5^0$. Góc sau ở đỉnh $\alpha_d=6^0$, góc sau ở mặt cạnh bên của răng theo tiêu chuẩn $\alpha_b=2 \div 2^030'$.

Khi cắt bánh răng ăn khớp ngoài người ta chọn dao xọc theo kích thước đường kính lớn nhất có thể, độ chính xác gia công và chu kỳ bền khi đó được nâng cao.

Dao xọc được chế tạo theo hai dạng prôphin: có biến đổi và không biến đổi.

Số răng của dao xọc theo khả năng không được là bội số chẵn của số răng bánh răng gia công.

Để cắt bánh răng ăn khớp ngoài, hướng nghiêng của dao xọc và hướng nghiêng của răng cần gia công ngược chiều nhau, còn khi ăn khớp trong thì cùng chiều.

Dao xọc răng nghiêng được thiết kế cho từng loại bánh răng nghiêng, các thông số của dao xọc cần phải thoả mãn các thông số của máy xọc đã có. Với các bánh răng ăn khớp trong, số răng của dao xọc cần phải bằng hoặc nhỏ hơn một ít so với số răng của bánh răng cần gia công. Việc tăng đường kính dao xọc dẫn đến việc cắt vào góc đỉnh răng cần gia công (cắt lẹm răng) khi tiến dao vào cho đủ chiều sâu. Trong trường hợp đó cần phải kiểm tra bổ sung sự "cắt lẹm răng" đó.

Dao xọc để xọc răng hình chữ V được chế tạo thành bộ - một theo hướng nghiêng phải, một theo hướng nghiêng trái để gia công cả hai nửa của răng chữ V. Đường kính của các dao xọc trong bộ đó lúc mới cũng như sau khi mài phục hồi luôn luôn phải bằng nhau.

6. Dao cà răng.

Dao cà răng được chế tạo theo hai loại và ba cấp chính xác: khi gia công bánh răng có số răng Z > 40 thì dao cà răng cấp AA dùng cho

bánh răng cấp chính xác 5; dao cà răng cấp chính xác A dùng cho bánh răng cấp chính xác 6 và dao cà cấp chính xác B dùng cho bánh răng cấp chính xác 7.

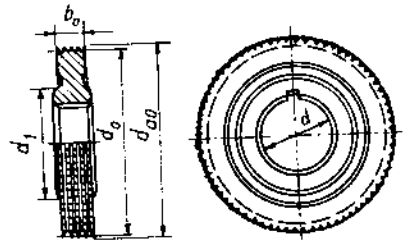
Loại 1 là các dao cà có môđun 1 ÷ 1,75mm, có đường kính danh nghĩa vòng chia 85 và 180mm, góc nghiêng β^0 của răng dao trên vòng tròn chia là β=5 ; 10 ; 15^0 (bảng 4-114).

Loại 2 là các dao cà có môđun 2-8mm, đường kính danh nghĩa vòng chia 180 và 250mm, góc nghiêng β của răng dao trên vòng tròn chia là β=5 ÷ 15^0 (bảng 4-115).

Ứng với mỗi một kích thước của dao cà người ta chế tạo theo hai hướng nghiêng của răng (phải và trái). Dao cà có dạng một bánh răng được tôi cứng và mài prôphin răng, có răng thẳng hoặc răng nghiêng, với số rãnh thoát phoi khá lớn, được phân bố hai bên mặt răng. Dao cà loại một có các rãnh thoát phoi xuyên suốt (bảng 4-116), còn dao cà loại 2 - không xuyên suốt (bảng 4-117) được phân bố song song với mặt đầu hoặc vuông góc với hướng răng và rãnh thoát phoi có dạng hình thang. Loại dao cà có các rãnh thoát phoi song song với mặt đầu được dùng nhiều.Độ bền vững của các răng nhỏ có dạng rãnh hình thang cao hơn độ bền vững của các răng nhỏ có rãnh ở hai mặt bên song song, điều kiện cắt kém hơn.

Thường dao cà răng được chế tạo bằng thép gió. Độ cứng của phần răng dao HRC 62-65. Độ nhám bề mặt bên của răng dao R_z=1,6μm

Bảng 4-114. *Các kích thước cơ bản của dao cà răng loại 1, mm*

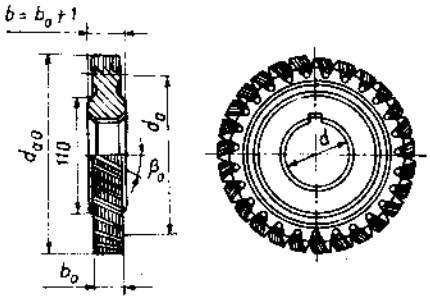


Môđun m_0	Số răng Z_0	Đường kính ngoài d_{ao}	Đường kính vòng chia d_0	đường kính cơ sở d_{bo}	Góc nghiêng răng β^0
Đường kính danh nghĩa vòng chia =85mm; b_0=15 mm; d_1=60mm; d*=31,75mm					
1,000	86	89,53	87,327	81,911	
1,125	76	89,29	86,819	81,435	
1,250	67	87,79	85,042	79,769	10
1,375	62	89,59	86,565	81,197	
1,500	58	91,64	88,342	82,864	

(tiếp bảng 4-114)

Môđun m_0	Số răng Z_0	Đường kính ngoài d_{a0}	Đường kính vòng chia d_0	đường kính cơ sở d_{b0}	Góc nghiêng răng β^0
Đường kính danh nghĩa vòng chia =180mm; b_0=20mm; d_1=60mm; d =63,5mm					
		149,25	144,3	135,537	5
1,250		153,77	148,822	139,262	15
		163,95	158,729	149,09	5
1,375	115	168,93	163,704	153,189	15
		178,66	173,159	162,643	5
1,500		184,09	178,585	167,115	15
		181,73	175,670	165,000	5
1,750	100	187,23	181,174	169,537	15
* đường kính lỗ cho phép làm tròn 31,743 mm					

Bảng 4-115. *Các kích thước cơ bản của dao cà răng loại 2, mm*



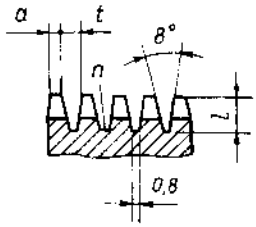
m_0	Z_0	Góc nghiêng răng β^0					
		β^0 =5°			β^0 = 15°		
		d_{a0}	d_0	d_{b0}	d_{a0}	d_0	d_{b0}
Đường kính danh nghĩa vòng chia =180mm; b_0=20mm;							
2,00	83	171,72	166,634	156,515	176,94	171,856	160,818
2,25	73	170,51	164,877	154,865	175,68	170,044	159,122
2,50	67	174,33	168,140	157,929	179,60	173,409	162,271
2,75	61	175,13	168,391	158,165	180,40	173,667	162,513
3,00	53	168,51	159,607	149,915	172,33	164,609	154,036
3,25	53	182,96	172,908	162,408	186,58	178,326	166,873
3,50	47	175,73	165,128	155,10	179,76	170,303	159,365
3,75	43	174,01	161,866	152,036	178,16	166,938	156,216
4,00	41	177,73	164,626	154,629	181,88	169,785	158,880
4,25	41	188,34	174,916	164,293	192,86	180,397	168,810
4,50	37	182,14	167,136	156,986	186,40	172,373	161,302
5,00	31	173,49	155,592	146,143	177,36	160,468	150,161
5,50	29	179,71	160,109	150,386	183,82	165,126	154.520
6,00	29	195,46	174,664	164,038	199,97	180,138	168,568
Đường kính danh nghĩa vòng chia =250mm; b_0=25mm;							
2,00	115	235,82	230,878	216,858	243,05	238,113	222,319
2,25	103	238,27	232,635	218,508	245,56	239,925	224,515
2,50	91	234,56	228,369	214,501	241,71	235,525	220,318
2,75	83	235,86	229,122	215,208	243,04	236,302	221,124

(tiếp bảng 4-115)

3,00	73	227,54	219,836	206,486	234,42	226,725	212,163
3,25	71	239,88	231,631	217,565	247,14	238,900	223,546
3,50	67	244,19	235,396	221,101	251,57	242,772	227,179
3,75	61	238,97	229,624	215,679	246,16	236,819	221,609
4,00	53	222,71	212,810	199,886	229,38	219,478	205,382
4,25	53	236,56	226,110	212,379	243,64	233,196	218,218
4,50	51	241,38	230,377	216,386	248,60	237,596	222,335
5,00	43	229,91	215,821	202,715	235,49	222,584	208,288
5,50	41	241,91	226,361	212,615	247,76	233,455	218,460
6,00	37	240,71	222,848	209,315	246,47	229,831	215,069
6,50	37	261,31	241,419	226,758	267,54	248,984	232,992
7,00	31	241,25	217,829	204,601	246,87	224,655	210,225
8,00	29	259,59	232,886	218,744	265,61	240,184	224,757

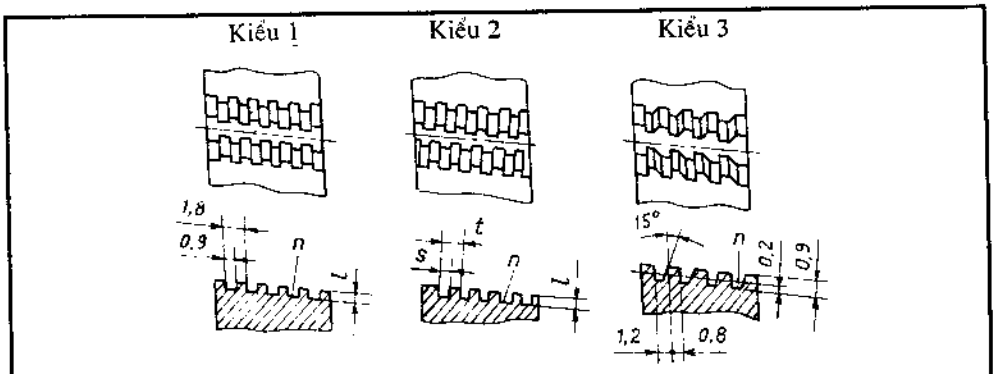
Chú thích: Các dao cà có môđun 3,25; 4,25 và 6,5 được dùng để gia công các bánh răng trụ, dùng trong công nghiệp ôtô và máy kéo.

Bảng 4-116. *Kích thước của rãnh thoát phoi xuyên suốt trên mặt cạnh của răng dao cà loại 1, mm*



Môđun m_o	Đường kính danh nghĩa vòng chia	l	a	t	Số rãnh n
1	85	3,0	1,6	2,1	6,0
1,125		4,5	1,3	2,7	5,0
1,25					
1,375		5,0			
1,5					
1,25	180	4,5	3,0	3,0	5,0
1,375		4,8			
1,5		5,0			
1,75		5,6			

Bảng 4-117. *Kích thước của rãnh thoát phoi không xuyên suốt trên mặt cạnh của răng dao cà loại 2, mm*



Môđun m_0	Kiểu1			Kiểu2				Kiểu3	
	Đường kính danh nghĩa vòng chia								
	180;250	180	250	180 ;250		180	250	180	250
	l	n		t	s	Số rãnh n		Số rãnh n	
				Không lớn hơn		không nhỏ hơn			
2÷2,75	0,6	10	12	2,2	1,1	7	9	9	11
3	0,8								
>3 ÷5	1,0								
>5 ÷ 8	1,0	9	11	2,4	1,2	7	8		

Kích thước của dao cà được chọn theo khả năng lớn nhất của máy cà răng, đặc biệt là khi gia công các bánh răng có số răng nhỏ. Số răng của dao cà không được là bội số chẵn của số răng của bánh răng cần gia công. Góc chéo β bảo đảm điều kiện cắt tốt là $\beta = 10 \div 15^0$ khi ăn khớp ngoài và khoảng $\beta = 3^0$ khi ăn khớp trong.

Tăng góc chéo β lên sẽ cải thiện điều kiện cắt nhưng lại làm giảm tác động dẫn răng dao cà vào chân răng của bánh răng cần gia công, sai lệch của prôphin răng tăng lên. Để cà các răng do dao phay lăn răng hoặc dao xọc răng tạo nên thì cần phải có prôphin biến đổi (xem hình 4-24). Phần dầy thêm"2" ở đầu răng của dao dùng để cắt phần "1" của răng bánh răng cần gia công để đảm bảo khe hở của đầu răng dao cà khi cà răng.

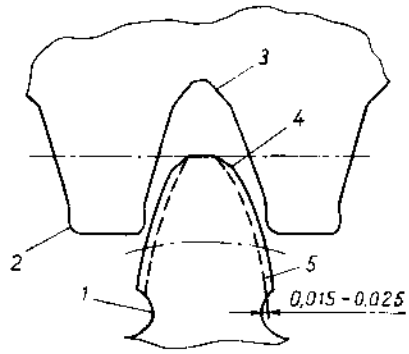
Trị số cắt sâu vào cần thiết là 0,015 ÷ 0,025mm, phải lớn hơn lượng dư cần hớt đi "5" theo một bên răng.

Cạnh vát "3" trên răng dao phay được làm để vát đi một lượng không lớn "4" trên đỉnh răng của bánh răng cần gia công.

Trong sản xuất hàng khối và hàng loạt lớn, cũng như khi chế tạo các bánh răng chịu tải lớn và các bánh răng không ồn, người ta thường chế tạo dao cà và dao phay lăn cho từng loại riêng biệt.

Để có các cặp liên hợp, thường người ta chế tạo một dao cà có prôphin răng dạng thân khai tinh xác, còn cái kia có dạng răng điều chỉnh để bù lại biến dạng khi nhiệt luyện và làm giảm mức ồn. Các rãnh thoát

phoi của dao cà khi cà tiếp xúc và cà tiến dao theo hướng kính, được bố trí theo đường xoắn vít, cốt để thay cho lượng chạy dao dọc khi lấy phoi. Khi cà răng hướng kính, răng của dao cà nằm trong hướng dọc trục có dạng cong nên cần phải tính toán để tạo ra bánh răng hình trống.



Hình 4-24. *Prôphin răng của dao phay chưa cà và bánh răng trước khi cà*

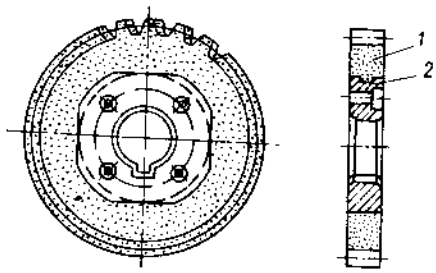
7. (Khôn răng).

Đầu "khôn" răng là một bánh răng thẳng hoặc nghiêng, thường được tạo nên bởi một moayơ thép 2 (hình 4-25) và một vành răng bằng hạt mài 1.

Đầu "khôn" răng được chế tạo có môđun cùng với môđun răng được gia công, có đường kính vòng chia tăng lên 15 ÷ 20 mm.

Đường kính ngoài của đầu "khôn" được lấy trong khoảng 220 ÷ 250mm, góc xiên của đường tâm đầu "khôn" và bánh răng gia công $\beta = 10 - 15^0$. Số răng của đầu "khôn" không được là bội số chẵn, số răng của bánh răng cần gia công.

Phần hạt "khôn"được chế tạo trên nền tảng chất keo êpôxit cho thêm các hạt cacbit silic có độ hạt và độ bền khác nhau.



Hình 4-25. *Đầu khôn răng.*

Sai lệch hướng kính của vành răng đầu "khôn" khoảng 0,07 ÷ 0,10mm. Sau khi mòn thì đầu "khôn" không phục hồi được mà người ta chỉ sử dụng lại moay ơ một vài lần nữa.

Để nâng cao tuổi thọ của bánh răng (tới 30%) thì bánh răng sau khi mài ta tiến hành "khôn" răng. Với những bánh răng sau khi mài và "khôn" độ nhám bề mặt có thể đạt tới $R_a = 0,2$ μm. Để gia công các bánh răng có môđun nhỏ người ta dùng các đầu "khôn" có thân bằng thép và phủ hạt lên các răng. Các đầu "khôn" bằng hạt kim cương nhân tạo, có thể lấy đi

một lớp lượng dư rất mỏng ở mặt cạnh răng bằng thép. Sau khi mòn hết lớp phủ, ta có thể loại đi và phủ một lớp mới.

8. Dao bào răng.

Dao bào răng dùng để cắt các bánh răng côn răng thẳng. Người ta chia ra hai loại: thô và tinh. Thông thường người ta chỉ chú ý giới thiệu các kích thước và cấu tạo loại dao bào răng tinh. Dao bào răng tinh được chế tạo theo 4 loại:

Loại 1: có L=40mm; loại 2: có L=75mm; loại 3: có L=100mm; và loại 4: có L=125mm (xem bảng 4-118).

Người ta chế tạo dao bào răng loại 1 theo hai kiểu. Dao bào kiểu 2 dùng để gia công trên các máy bào răng theo kiểu một chân răng. Tất cả các dao bào còn lại của loại 1 (kiểu 1) và của loại 2, 3, 4 được dùng để cắt tất cả các chân răng bên cạnh. Dao được chế tạo có hình lăng trụ, mặt sau không được hớt lưng. Để tạo nên góc sau ở đỉnh và ở hai mép cắt bên của dao, người ta đặt dao vào giá dao của máy theo một góc 12^0 theo hướng chuyển động và kẹp chặt hai vít kẹp.

Mặt phẳng tỳ vào giá dao được vát đi theo góc $\delta^0=70^0$- đối với dao loại 1 (kiểu 2); $\delta^0=73^0$- đối với dao loại 1 (kiểu 1), loại 2 và loại 3. $\delta^0=75^0$- đối với dao loại 4.

Chiều cao mép cắt của dao H được lấy cho đủ với prôphin của răng. Chiều rộng mũi cắt S_B cho dao cắt tinh (S_B = 0,4mm) không được nhỏ hơn một nửa chiều rộng của đáy chân răng của đầu chân ngoài và không lớn hơn chiều rộng của đáy chân răng của đầu răng trong.

Khi thoả mãn các điều kiện nêu trên và với một góc prôphin thì bằng một bộ dao có thể gia công được các bánh răng có dải môđun rộng. Đặc điểm đó mang lại hiệu quả kinh tế trong điều kiện sản xuất loạt nhỏ và đơn chiếc.

Tuổi thọ của dao và độ bền của bánh răng được nâng cao bằng cách tăng bán kính lượn của đỉnh dao theo hướng làm việc của prôphin r_0 (r_0=0,3mm).

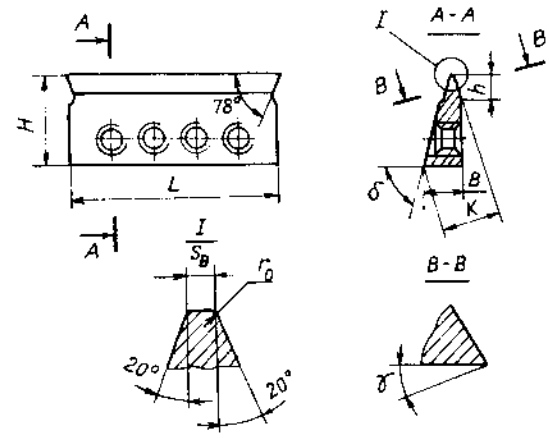
Dao liền khối được chế tạo bằng thép gió. Đối với dao loại 2, 3 và 4 cho phép dùng kết cấu hàn: phần lưỡi cắt bằng thép gió (HRC 62÷65), còn phần thân bằng thép 45 hoặc 40X.

Trong dạng sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ, dao cắt tinh có thể dùng để cắt thô khi gia công theo phương pháp chia làm nhiều đường chuyển dao có chiều sâu cắt nhỏ và chế độ cắt thấp.

Trong điều kiện sản xuất loạt lớn và hàng khối, đặc biệt là khi gia công theo phương pháp chia làm hai bên, người ta dùng loại dao thô chuyên dùng có prôphin hình thang và hình cung cong. Điều đó cho phép nâng cao một cách đáng kể chế độ cắt và tuổi thọ của dao khi gia công tinh, đồng thời giảm được lượng dư. Dao làm việc theo bộ hai chiếc, mỗi một dao gia công một phía của răng. Trong thời gian cắt người ta dùng cả hai đầu của dao. Sau khi một bên của dao bị cùn, người ta thay thế tại chỗ

bằng cách quay đi 180°.Tuổi thọ của loại dao được phủ lớp nitrit titan tăng lên nhiều đặc biệt là ở giai đoạn trước lần mài phục hồi dao lần thứ nhất. Để gia công tinh các loại bánh răng bằng thép thì góc trước của dao $\gamma = 20^0$, còn đối với các bánh răng bằng đồng và đồng thau thì $\gamma = 5 - 10^0$.

Bảng 4-118. *các kích thước cơ bản của dao bào răng, mm*



Môđun, m*	B	h	S_B	r_0
Dao loại 1: K=18,63; H=27mm				
0,3 ; 0,35	10,36/12,18	1,0/2,0	0,12	0,08
0,4 ; 0,45	10,44/12,22	1,2/2,2	0,16	0,12
0,5 ; 0,55	10,51/12,26	1,4/2,5	0,20	0,15
0,6 ; 0,7	10,66/12,30	1,8/3,0	0,24	0,18
0,8 ; 0,9	10,80/12,38	2,2/3,5	0,32	0,24
1,0 ; 1,125	11,09/12,46	3,0/4,0	0,40	0,30
1,25 ; 1,375	11,18/12,56	3,3/4,5	0,50	0,38
1,5 ; 1,75	11,53/12,66	4,2/5,5	0,60	0,45
2,0 ; 2,25	11,93/12,86	5,3/6,0	0,80	0,60
2, 50	12,18/13,06	6,0/6,0	1,00	0,75
Dao loại 2: K=25,85; H=33mm				
0,5 ; 0,55	16,01	1,4	0,20	0,15
0,6 ; 0,7	16,16	1,8	0,24	0,18
0,8 ; 0,9	16,30	2,2	0,32	0,24
1,0 ; 1,125	16,59	3,0	0,4	0,30
1,25 ; 1,375	16,68	3,3	0,5	0,38
1,5 ; 1,75	17,03	4,2	0,6	0,45
2,0 ; 2,25	17,43	5,3	0,8	0,60
2, 50 ; 2,75	17,86	6,0	1,0	0,75
3,0 ; 3,25	18,27	7,6	1,20	0,80
3,5 ; 3,75	18,70	8,8	1,40	1,0
4,0 ; 4,25	19,36	10,6	1,60	1,20
4,50				
5,0 ; 5,5	20,24	13,0	2,0	1,50

(tiếp bảng 4-118)

m*	B	h	S_0	r_0
Dao loại 3: K=27,39; H=43mm				
1,0 ; 1,125	14,59	3,0	0,4	0,30
1,25 ; 1,375	14,70	3,3	0,5	0,38
1,5 ; 1,75	15,03	4,2	0,6	0,45
2,0 ; 2,25	15,59	5,3	0,8	0,60
2, 50 ; 2,75	15,87	6,5	1,0	0,75
3,0 ; 3,25	16,27	7,6	1,2	0,80
3,5 ; 3,75	16,70	8,8	1,4	1,0
4,0 ; 4,25	17,36	10,6	1,6	1,20
4,50				
5,0 ; 5,5	18,23	13,0	2,0	1,50
6,0 ; 6,5	19,14	15,5	2,4	1,80
7,0	19,51	16,5	2,8	2,10
8,0	20,42	19,0	3,2	2,40
9,0	21,33	21,5	3,6	2,70
10,0	22,24	24,0	4,0	3,00
Dao loại 4: K=39,78; H=60mm cho m= 3 ÷ 12mm ; H=75 cho m = 14÷20mm				
3,0 ; 3,25	23,27	7,6	1,2	0,80
3,5 ; 3,75	23,70	8,8	1,4	1,0
4,0 ; 4,25	24,36	10,6	1,6	1,20
4,50				
5,0 ; 5,5	25,23	13,0	2,0	1,50
6,0 ; 6,5	26,14	15,5	2,4	1,80
70	26,51	16,5	2,8	2,10
8,0	27,42	19,0	3,2	2,40
9,0	28,33	21,5	3,6	2,70
10,0	29,24	24,0	4,0	3,00
11,0	29,89	25,8	4,4	3,3
12,0	30,73	28,1	4,8	3,6
14,0	32,44	32,8	5,6	4,2
16,0	34,15	37,5	6,4	4,8
18,0	35,86	42,2	7,2	5,4
20,0	37,61	47,0	8,0	6,0

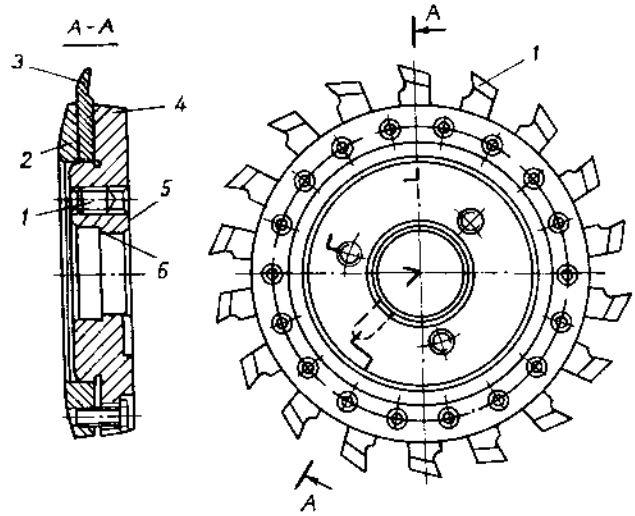
* Trị số m ở cột thứ nhất, loại trừ 3; 5; 7; 9; 11,0; 14,0; 18,0;là thích hợp hơn cả.
Đối với dao loại 1: Tử số chỉ kích thước dao kiểu 1, còn mẫu số là của dao kiểu 2.

9. Đầu cắt răng.

a - Đầu cắt răng dùng để cắt các bánh răng côn răng thẳng được chế tạo bằng cách lắp các mảnh dao. Đầu dao có đường kính danh nghĩa d_0=150mm dùng để gia công các bánh răng có m = 0,5 ÷ 3mm; với d_0=278mm dùng cho bánh răng có m = 1,5 ÷ 8mm; với d_0=450mm dùng cho bánh răng có m= 3 ÷ 12mm.

Bộ đầu dao bao gồm đầu cắt phải (ở dưới), nó quay ngược với chiều kim đồng hồ, nếu nhìn nó từ phía chính diện và đầu cắt trái (ở trên), quay theo chiều kim đồng hồ. Đầu dao cắt phải có d_0=278mm được chỉ ra ở hình 4-26. Lưỡi dao hớt lưng 3 được đặt vào thân 4 và được kẹp chặt bằng đĩa 2. Trên trục chính của máy phay răng người ta lắp đầu dao theo

mặt côn lắp ghép 6 và mặt đầu tỳ 5. Để tháo đầu dao ra khỏi máy người ta dùng vít tỳ 1. Việc cắt các bánh răng côn có dạng hình trống được tiến hành bằng loại dao mà mép cắt của nó có góc khoét đáy β. Bằng cách tăng góc đó thì dạng trống của răng cũng tăng lên, vết tiếp xúc trên răng gia công trở nên ngắn hơn.



1.vít tỳ;
2.đĩa kẹp chặt;
3.lưỡi kẹp chặt;
4. thân dao;
5. đầu tỳ;
6. côn lắp ghép.

Hình 4-26.*Đầu cắt răng bánh răng côn răng thẳng.*

Lưỡi dao 3 được chế tạo bằng thép gió có độ cứng HRC 62 ÷ 65, còn thân 4 bằng thép 40X (HRC 45 ÷ 50) hoặc thép XBГ (HRC 50 ÷ 55).

Góc trước của dao để gia công các bánh răng bằng thép $\gamma = 20^0$, nếu bằng kim loại mềm, dẻo hơn thì $\gamma = 10 \div 15^0$.

Sau khi lắp ghép và mài dao, sai lệch hướng kính của đỉnh dao so với đường tâm lỗ lắp ghép không được vượt quá 0,03 ÷ 0,04mm.

Sai lệch mặt đầu của các lưỡi dao trên đầu cắt răng, được đo ở giữa mép cắt:

Môđun m (mm)	≤3	>3 ÷ 4	>4 ÷ 6	>6 ÷ 8	>8 ÷ 12
Sai lệch mặt đầu (mm)	0,01	0,012	0,016	0,02	0,025

b - Đầu cắt răng dùng để cắt các bánh răng côn cong và bánh răng côn hypôit được chia ra loại liền khối có đường kính danh nghĩa từ 20 - 80mm và loại lắp ghép có đường kính từ 100 ÷ 1000mm. Với loại lắp ghép cắt bánh răng dạng hypôit thì đường kính danh nghĩa từ 160 ÷ 500mm và có góc prôphin dao khoảng với mạt ngoài $\alpha_n = 10 \div 26^0$ và mặt trong $\alpha^0_n = 14 \div 36^0$.

Đối với các đầu cắt tinh người ta xác định các số liệu của dao N: 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 30, 36, 42; đối với đầu cắt thô

thì có: 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24.

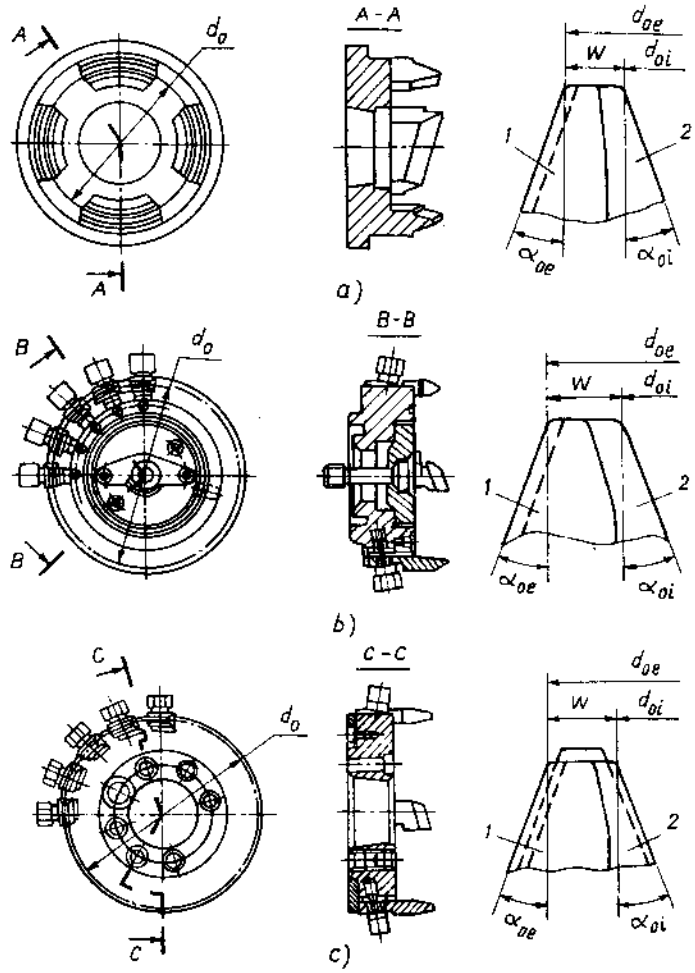
Các góc prôphin theo hướng làm việc của dao liền khối, của dao lắp ghép thô và tinh (xem hình 4-27) được xác định theo công thức sau:

Cho mặt ngoài $\alpha^0_{oe} = \alpha^0_n$- 10N; Cho mặt trong $\alpha^0_{oi} = \alpha^0_n$+10N

Ở đây N ở dạng góc tính theo phút.

Đầu dao liền khối (hình 4-27a) được chế tạo theo hai hướng, có dao ngoài 1 và dao trong 2, được xác định theo trình tự, hai loại: loại 1 theo danh nghĩa và loại 2 có số dao tăng lên. Vật liệu để làm đầu dao là thép gió có độ cứng phần làm việc HRC 62 ÷ 65.

Đầu dao có thể có độ chính xác bình thường hoặc độ chính xác cao. Độ đảo mặt đầu đỉnh dao của loại đầu dao có độ chính xác bình thường là 0,015mm giữa các răng dao và khoảng 0,025mm cho cả một vòng, còn đầu có độ chính xác cao thì trị số tương ứng là 0,01mm và 0,02mm.



Hình 4-27 *Đầu cắt răng*

a) Liền khối; b) Lắp ghép tinh; c) Lắp ghép thô.

1. dao ngoài; 2. dao trong.

Độ đảo hướng kính tại điểm giữa mép cắt của đỉnh dao của loại đầu dao độ chính xác bình thường là 0,01mm, của loại đầu dao có độ chính xác cao là 0,005mm.

Đầu dao lắp ghép tinh có thể có hai hướng hoặc một hướng: hướng phải và hướng trái.

Đầu dao tinh hai hướng (hình 4-27b) có chứa dao ngoài 1 và dao trong 2 được dùng để cắt tinh các răng. Trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ, đầu dao tinh hai hướng có thể dùng cho cả việc cắt thô. Trong trường hợp này việc cắt hết chiều cao của răng được hoàn tất sau một vài lần chuyển dao và với chế độ cắt thấp. Đầu dao tinh được chế tạo bằng thép gió (HRC 56 - 62), có thể điều chỉnh chúng theo hướng kính. Đầu dao có đường kính danh nghĩa 250mm và lớn hơn cho phép chế tạo bằng cách hàn. Thân của đầu dao tinh làm bằng thép 12XH3A và 20XH2M (HRC 56 ÷ 62).

Sai lệch giới hạn của đầu dao tinh sau khi lắp, mài và điều chỉnh được giới thiệu trong bảng 4-119.

Bảng 4-119. *Các chỉ số cơ bản về độ chính xác của đầu dao tinh, mm*

Đường kính danh nghĩa d_0	Độ đảo mặt đầu theo đỉnh dao		Độ đảo hướng kính tại giữa mép cắt của dao
	2 răng dao kề nhau	Sau 1 vòng quay	
100;125	0,010/0,005	0,030/0,016	0,0025/0,0016
160;200	0,012/0,007	0,030/0,020	0,0025/0,0016
250;320	0,015/0,010	0,035/0,025	0,0025/0,0016
400;500	0,020/0,010	0,040/0,030	0,0040/0,0025
630;1000	0,025/-	0,050/-	0,0060/-
Tử số dùng cho độ chính xác bình thường, mẫu số dùng cho độ chính xác cao.			

Dầu dao thô được chế tạo theo hai loại: hai phía và ba phía. Loại đầu dao hai phía trong quá trình cắt đồng thời gia công một mặt cạnh và phần đáy của chân răng và người ta dùng loại này để gia công răng theo phương pháp cắt lăn và tiến dao ngang.

Loại đầu dao ba phía (hình 4-27c) chỉ được dùng khi gia công răng theo phương pháp tiến dao hướng kính trong điều kiện sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối. Nó được chia làm ba loại dao: ngoài, trong và ở giữa. Dao ngoài và dao trong chỉ dùng để gia công hai mặt bên của răng và không tiếp xúc với chân răng. Còn dao giữa được đặt cao hơn dao ngoài và dao trong 0,2 - 0,25mm và nó chỉ gia công đáy của chân răng. Số dao trung bình của đầu dao bằng 1/2 tổng số dao. Các dao ở đây cũng được chế tại bằng thép gió (HRC 62 - 65), còn thân thì bằng thép 40XH2MA (HRC 40 - 45). Sau khi lắp và mài dao, thì độ đảo mặt đầu của đỉnh dao này so với đỉnh dao kia không được vượt quá 0,025 ÷ 0,030mm và trên cả một vòng quay không vượt quá 0,05 ÷ 0,06mm. Độ đảo hướng kính tại giữa mép cắt của dao không vượt quá 0,03 ÷ 0,04mm.

Trong các bảng từ bảng 4-120 đến bảng 4-122 chỉ ra các thông số hình học cơ bản của đầu dao dùng cho bánh răng côn và bánh răng hypôit.

Người ta tính đường kính đầu dao tạo nên theo đường kính danh nghĩa d_0 của đầu dao và lượng mở ra của dao W (xem hình 4-27):

Với dao ngoài $d_{oe} = d_o + W$

Với dao trong $d_{oi} = d_o - W$

Bảng 4-120. *Các thông số hình học cơ bản của đầu dao liền khối, mm*

Đường kính danh nghĩa	Đường kính dao tạo nên		Thông số bánh răng gia công		Lượng mở của dao	Z_t; Z_n theo loại	
d_0	d_{oe}	d_{oi}	h_c	m_n	W	1	2
20	20,2-20,7	19,80-19,30	3	0,80	0,2-0,7	4	
25	25,5-25,8	24,80-24,20	3	1,00	0,2-,08	4	
32	32,32-33,00	31,68-31,00	4	1,25	0,32-1,0	4	8
40	40,32-41,30	39,68-38,70	5	1,50	0,32-1,3	4	8
50	50,32-51,60	49,68-48,40	6	2,00	0,32-1,6	4	12
60	60,32-61,80	59,68-58,20	7	2,25	0,32-1,8	4	12
80	80,32-82,00	79,68-78,00	8	2,50	0,32-2,0	8	16

d_0 - đường kính danh nghĩa của đầu dao; d_{oe} - đường kính dao ngoài; d_{oi} - đường kính dao trong; h_c - chiều cao lớn nhất ngoài của răng; m_n - môđun danh nghĩa lớn nhất; W - lượng mở của dao; Z_t - số dao trong; Z_n - số dao ngoài,

Các đường kính danh nghĩa của đầu dao phần lớn cho theo đơn vị hệ Anh tính bằng insơ (") (xem bảng 4-123). Các đầu dao có đường kính danh nghĩa < 2" được chế tạo liền khối, còn đầu dao có đường kính > 3,5" thì chế tạo theo cách lắp ghép.

Một trong những đầu dao dùng nhiều được giới thiệu ở hình 4-28. Nó được chế tạo theo một phía và hai phía có đường kính danh nghĩa: 5", 6", 7 1/2 ", 9", 12" và 16". Thân được chế tạo chính xác 3, tôi cứng HRC 57, dao 7, chêm điều chỉnh 5 có vít 4 và miếng lót 6 bảo đảm sai lệch của đường kính đầu dao tạo nên nằm trong giới hạn 0,254mm và cho phép giữ hình dạng thực không đổi và phân bố vết tiếp xúc lên răng gia công khi thay đầu.

Bảng 4-121. *Các thông số hình học cơ bản của đầu dao tinh lắp ghép, mm*

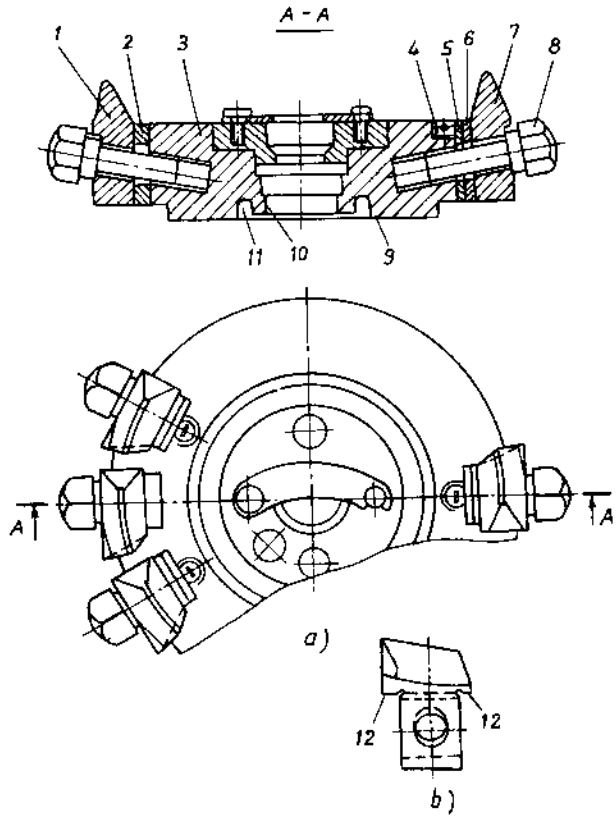
d_0	Đường kính dao tạo nên		Thông số bánh răng gia công	
	d_{oe}	d_{oi}	h_c	m_n
100	100,4-102,6	99,6-97,4	9	4,0
125	125,4-127,8	124,6-122,2	10	4,5
160	160,6-163,6	159,4-156,4	13	5,0
200	200,6-204,0	199,4-196,0	16	6,0
250	250,6-255,2	249,4-244,8	20	8,0
320	321,0-326,5	319,0-313,5	24	10,0
400	401,0-408,0	399,0-392,0	30	13,0
500	501,0-510,0	499,0-490,0	36	16,0
630	632,0-642,0	628,0-618,0	45	20,0
800	802,0-816,0	798,0-784,0	60	26,0
1000	1003,2-1020,0	996,8-980,0	70	30,0

Chú thích : xem chú thích bảng 4-120

Bảng 4-122. *Các thông số hình học cơ bản của đầu dao thô lắp ghép, mm*

d_0	Đường kính đầu dao tạo nên			
	Hai hướng		Ba hướng	
	d_{oe}	d_{oi}	d_{oe}	d_{oi}
160	160,6-163,2	159,4-156,8	162,6-163,2	157,4-156,8
200	200,6-203,6	199,4-196,4	202,6-203,6	197,4-196,4
250	250,6-254,6	249,4-245,4	252,6-254,6	247,4-245,4
320	321,0-326,0	319,0-314,0	322,6-326,0	317,4-314,0
400	401,0-407,0	399,0-393,0	402,6-407,0	397,4-393,0
500	501,0-509,0	499,0-491,0	502,6-509,0	497,4-491,0
Chú thích như bảng 4-120				

Việc lắp đầu dao vào trục chính của máy dược thực hiện đồng thời trên lỗ côn 10 và mặt đầu 9 với độ căng nhỏ, điều đó được kiểm tra bằng khe hở 0,076 - 0,127mm giữa mặt đầu của đầu dao và trục chính. Rãnh mặt đầu 11 ngăn ngừa độ mòn của trục chính và biến dạng của thân dao khi gá đặt chúng lên máy.



Hình 4-28.*Đầu dao tinh thường dùng*
a) Hình dạng chung; b) Dao

Bảng 4-123. *Các thông số hình học cơ bản của đầu dao theo hệ Anh, tính bằng INSƠ,* (")

d_0		Các thông số của bánh gia công, mm		
mm	ins σ (")	R_e	b	h_e
12,7	1/2	6-13	5	1,75
27,94	1 1/19	13-19	6,5	3,5
38,1	1 1/2	19-25	8	5
50,8	2	25-38	11	5
69,85	2 3/4	32-45	14	6,5
88,9	3 1/2	38-70	19	9
114,3	4 1/2	63-76	25	9,5
127	5	65-80	28	9,5
152,4	6	70-89	32	9,5
190,5	7 1/2	89-102	38	13
228,6	9	102-133	48	14,5
304,8	12	133-190	64	19,5
406,4	16	190-381	89	19,5
457,2	18	190-381	102	19,5
457,2	18	190-381	102	14,5-33,5

Chú thích: d_0 đường kính danh nghĩa đầu dao; R_e - khoảng cách côn ngoài; b - chiều rộng lớn nhất của vành răng; h_e - chiều cao ngoài lớn nhất của răng.

Các dao được kẹp chặt bằng vít 8 đặt nghiêng một góc 10^0, nhờ thế mà bảo đảm lắp nhẹ nhàng dao 12 vào thân dao.

Độ đảo mặt đầu của đỉnh dao: giữa hai dao kề nhau 0,05mm, trong cả một vòng là 0,076mm.

Độ đảo hướng kính của đỉnh dao ở điểm giữa của mép cắt, giữa hai dao kề nhau là 0,003mm.

Nhờ có chêm điều chỉnh 5 ta có thể đạt đến trị số sai lệch góc so với góc danh nghĩa ± 0,5'; ± 1,0'; ±1,5'.

Để nâng cao độ chính xác của việc bố trí các dao chuẩn vào đầu dao cùng với chêm điều chỉnh, người ta còn đặt vào trong rãnh miếng đệm 2, nó được chế tạo có độ chính xác cao.

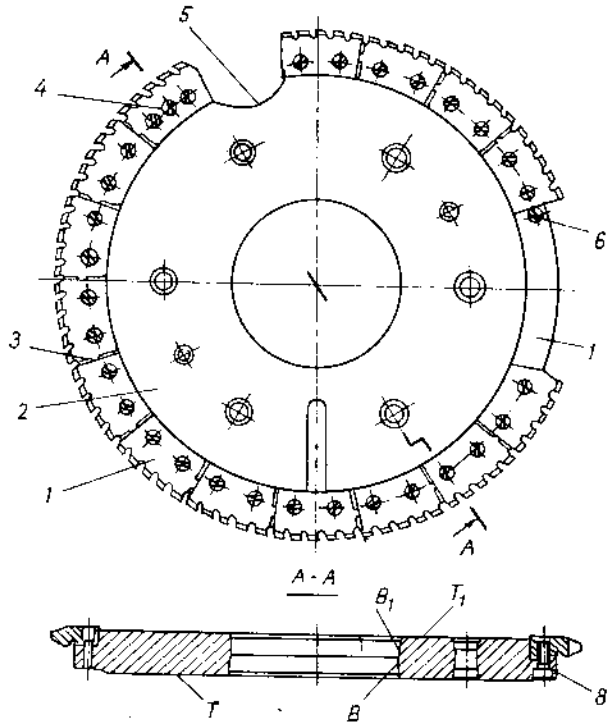
10. Đầu chuốt răng.

Đầu chuốt răng dùng để cắt bánh răng côn răng thẳng là loại dụng cụ cắt răng phức tạp. Người ta chia đầu dao chuốt tổ hợp ra: loại tinh và loại thô. Loại đầu dao chuốt tổ hợp (hình 4-29) được dùng để gia công tinh bánh răng côn có môđun < 5mm.

Chúng bao gồm các dao cắt tinh, bán tinh và thô, được lắp thành từng khối (blôc) có từ 4 ÷ 6 dao.

Dao dùng để chuốt ở đây được hớt lưng, góc sau trên đỉnh dao $\alpha_d = 12^0$, còn ở mép cắt bên cạnh $\alpha_b = 5^0$. Mặt bên của dao có dạng cong. Góc prôphin của dao chuốt $\alpha_{Prôphin} = 22^0 30'$. Góc trước của dao γ nhận được sau khi mài $\gamma = 15^0$.

Đầu dao chuốt trong quá trình cắt không có lượng tiến dao vào vật



Hình 4-29.*Đầu dao chuốt răng tổ hợp*

gia công, mà lượng chạy dao đạt được bằng cách nâng cao các dao theo hướng kính trong khoảng 0,1 ÷ 0,2mm.

Prôphin của các dao tinh liên hệ chặt chẽ với lượng dịch chuyển dọc của chuốt, nó bảo đảm độ côn đúng và độ cong của mặt bên tại điểm bất kỳ của răng.

Khối dao 1 (xem hình 4-29) nằm trong thân của dao chuốt 2 được định vị theo mặt trụ, mặt côn và kẹp chặt bằng hai vít kẹp 8. Giữa các khối tiếp xúc với nhau theo vấu lồi 3. Khi lắp khối dao đầu tiên vào thân dao, khối đó được cố định theo một vị trí góc nhờ các chốt định vị 4 và 6. Sau đó người ta chọn các khối có số thứ tự nhỏ đi. Khe hở giữa bề mặt lắp ráp của khối và của chốt định vị cần phải <0,025mm.

Trên đầu chuốt còn thấy hai phần không có lắp dao: 5 và 7, chúng được dùng để đặt giá dao vát mép trên đầu ngoài của răng và để phân độ phôi để gia công các răng tiếp theo mà không cần phải rút dao chuốt ra.

Lắp đặt đầu dao chuốt vào trục chính của máy chuốt răng được thực hiện đồng thời vào lỗ côn B và mặt đầu T có độ dôi nhỏ nhất 0,15 ÷ 0,25mm. Nếu chiều cao của răng không cho phép đầu dao chuốt tổ hợp hoàn thành việc gia công răng sau một nguyên công (giống như các bánh răng côn có môđun m>5mm) thì người ta dùng đầu thô và đầu tinh riêng biệt. Đầu dao chuốt thô chỉ có các dao thô, trong đó có các dao định hình, tại vị trí đó người ta đặt một khối dao bổ sung thứ 16 . Chuốt tinh thì có dao bán tinh và tinh. Trong bảng 4-124 giới thiệu các đặc tính kỹ thuật cơ bản của đầu dao chuốt tổ hợp, thô và tinh.

Đầu dao chuốt có thể cắt phải khi nó quay ngược với chiều kim đồng hồ và có thể cắt trái khi quay cùng chiều với kim đồng hồ.

Bảng 4-124. *Các đặc tính cơ bản của đầu dao chuốt*

Tên đầu dao	d_{oe} insơ (")	d_{oe} mm	h_e mm	l_e mm	Z	Số dao trong đầu: Thô	Bán tinh	Tinh	M_x N.m	Số lượng: Z_{Kn}	Z_K
Tổ hợp			10,67	25,4	90	50	5	20		5	15
Thô	21	533,4	14,86	28,6	90	80			62,2	5	16
Tinh			17,02	34,9	72		32	28		4	15
Tổ hợp			12,7	27	108	60	6	24		6	15
Thô	25	635,0	15,87	28,6	108	96			82,9	6	16
Tinh			15,87	28,6	90		40	35		5	15

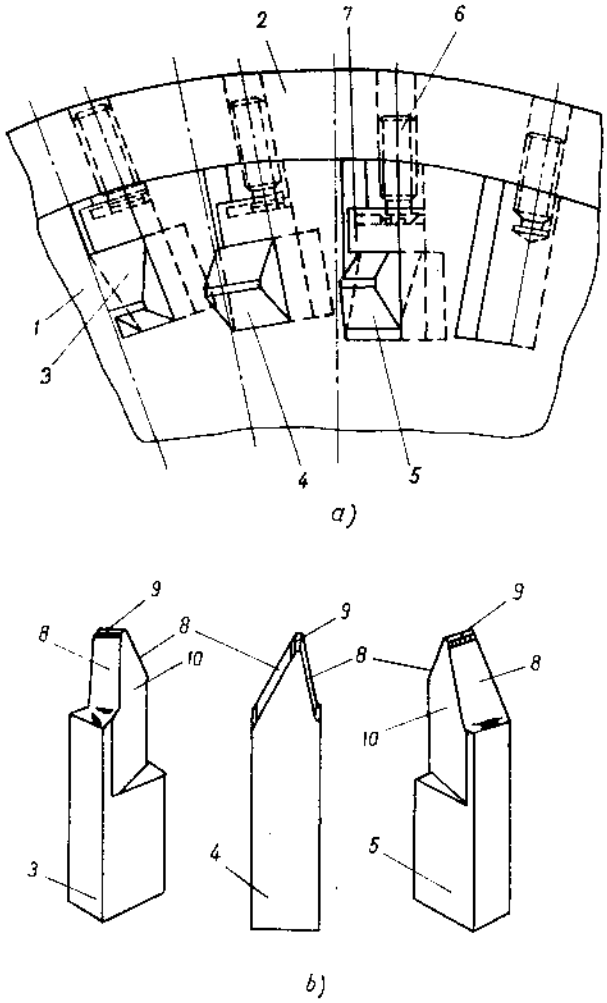
Chú thích: d_{oe} - đường kính danh nghĩa của đầu dao chuốt; h_e - chiều cao lớn nhất của răng; l_e - Chiều dài lớn nhất của răng; Z - số chia lý thuyết; M_x — mômen xoắn khi vặn vít; Z_{Kn} - số dao trong khối; Z_K - Số khối.

Để cắt tinh các bánh răng côn nửa bao hình và bánh răng truyền dẫn hypôit bằng phương pháp chép hình, người ta dùng đầu dao chuốt, sau một vòng quay nó gia công một răng của bánh răng. Bán kính mép cắt của dao ngoài của đầu dao chuốt từ dao thứ nhất đến các dao tiếp theo được tăng dần lên đều đặn, còn bán kính của dao trong thì ngược lại, giảm dần đi.Các đầu dao chuốt răng thường được chế tạo có đường kính danh nghĩa 5", 6", 7,5", 9" và 12" có lắp dao hoặc lắp mảnh hình dải quạt có 2 ÷ 4 dao. Lượng dư do mỗi dao hớt đi thì bằng nhau. Tuỳ theo đường kính của đầu dao và chất lượng của việc cắt thô răng mà người ta lấy lượng dư bằng 0,02 ÷ 0,04mm. Sự khác nhau của bán kính dao đầu tiên và bán kính dao cuối cùng bằng lượng dư ở hai phía của răng: 0,2 ÷ 0,04mm. Hai dao cuối cùng của đầu dao là dao sửa đúng, chiều cao của chúng thường thấp hơn 0,05 ÷ 0,10mm so với chiều cao của dao trước đó. Để nâng cao độ chính xác gia công thì dao sửa đúng phải đặt sao cho chúng tham gia vào việc cắt ngay khi kết thúc việc gia công sơ bộ.

11. Đầu có mang dao được mài sắc đầu.

Đầu dao có mang dao được mài sắc đầu (hình 4-30) dùng để cắt bánh răng côn và bánh răng hypôit. Thân của đầu dao 1 được lắp căng vào vành tròn 2. Trong các rãnh hướng kính của thân người ta lắp các dao mài mặt ngoài 3, mặt giữa 4 và mặt trong 5, những dao này được kẹp chặt bằng vít 6 qua miếng đệm 7. Kết cấu của dao được mài nhọn đầu đơn giản, chúng được tạo nên từ một thanh thép vuông góc không hớt lưng. Góc sau của đỉnh dao và trên mép cắt bên được tạo nên nhờ nghiêng dao ở trong thân một góc 12^0.

Việc chế tạo dao và mài sắc chúng theo chiều dài dao được thực hiện trên máy mài prôphin theo mặt bên 8 và đỉnh 9.



Hình 4-30. *Sơ đồ lắp dao vào thân (a) và (b) kết cấu dao*

Mặt trước 10 của dao ngoài và dao trong không được mài, chúng được chế tạo ngay từ đầu của phôi có góc 20^0 và phủ lên một lớp vật liệu chịu mòn để ngăn ngừa việc tạo nên các vết lõm và giảm ma sát giữa phoi và mặt trước.

Dao nằm trong đầu dao không điều chỉnh được theo hướng kính, sau khi chế tạo và mài sắc, người ta lắp chúng vào thân theo chiều cao của vấu tỳ.

Đầu dao có mang dao được mài sắc nhọn đầu được chế tạo theo loại thô và tinh.

Tăng số dao ngoài và trong của đầu cắt tinh ba hướng cho phép giảm độ nhám bề mặt của mặt bên răng khi cắt các bánh răng bằng phôi liền khối. Độ đảo hướng kính của mép cắt dao tinh sau khi mài và lắp không vượt quá 0,0025mm, đối với thô thì không vượt quá 0,025mm. Ưu điểm của loại đầu dao có các dao mài sắc nhọn đầu so với các loại có hớt lưng là giá thành hạ và chế tạo dao đơn giản, nâng cao được chu kỳ tuổi bền của dao 2 ÷ 5 lần nhờ việc tăng số điểm giao nhau tới 40 ÷ 50, có khả năng lắp một số lượng dao và đầu dao. Các thông số cơ bản của loại đầu dao này và số lượng dao trong đầu dao chế tạo theo hệ Anh (insơ) được giới thiệu trong bảng 4-125 và 4-126.

Bảng 4-125. *Các thông số hình học cơ bản của đầu dao có mang dao được mài sắc.*

d_0		h_c (inso)			L,mm
inso	mm	Thô	Tinh ba phía	Tinh hai phía	
5	127	12,7		12,7	101,6
6	152,4	12,7	14,0	12,7	101,6
7,5	190,5	14,2	17,1	14,2	101,6
9	228,6	14,2	19,7	14,2	101,6
10,5	266,7	19,4	22,9	14,2	101,6
12	304,8	19,4	25,4	19,4	108,0
14	355,6	25,4	28,0	19,4	108,0
16	406,2	25,4	30,5	25,4	123,2
18	457,2	25,4			123,2
Chú thích xem chú thích bảng 4-120					

Bảng 4-126. *Số lượng dao trong đầu dao được chế tạo theo hệ Anh.*

Đường kính danh nghiã đầu dao d_0		Đầu dao tinh			Đầu dao thô loại			
		Mài sắc		Loại	Mài	Ra	Ri	Vây
inso	mm	Ba phía	Hai phía	Khadắc	sắc	Phắc	Giắc	Giắc
5	127	24	24	12	20	12	16	20
6	152,4	30	30	16	24	16	20	24
7,5	190,5	36	36	16	28	20	24	28
9	228,6	39	38	20	32	24	28	32
10,5	266,7	39	38		32			
12	304,8	45	44	28	36	32	36	
14	355,6	48	48		36			
16	406,2	54	54	36	40	40	40	
18	457,2				44		40	

VII. Dụng cụ cắt ren.

1. Đầu cắt ren tự mở có vành răng tròn.

Đầu cắt ren tự mở có vành răng lược tròn bảo đảm cắt ren có độ chính xác trung bình. Chúng dùng để cắt các ren hệ mét và hệ Anh có đường kính từ 4 ÷ 60mm và có bước ren tới 4mm (xem bảng 4-127).

Các loại đầu cắt ren và kích thước của chúng được chọn theo thiết bị sử dụng. Vành răng lược tròn được dùng cho đầu dao tự mở được chế tạo bằng thép gió P18 và P6M5. Để nâng cao tuổi thọ, chúng còn được phủ một lớp vật liệu chịu mòn là nitrittitan. Tuỳ theo vật liệu gia công, người ta xác định các thông số hình học như: góc trước γ, góc nghiêng của mặt trước so với tâm của vành ren λ và trị số nâng a của đỉnh đầu tiên của vít trên phần định hướng của vành ren so với tâm của trục ren (xem bảng 4-128).

2. Đầu cắt ren tự mở có mặt ren theo hướng tiếp tuyến.

Đầu cắt ren tự mở có mặt ren theo hướng tiếp tuyến dùng để cắt các ren ngoài hệ mét, cũng như các ren ống hình trụ và ren côn trên các máy tiện và máy gia công ren. Độ chính xác của ren được đảm bảo cho ren hệ mét nằm trong phạm vi dung sai cho phép 6h, 8h, 8g và đối với

ren ống thì đạt cấp chính xác A hoặc B.

Đầu cắt ren tự mở có mặt ren theo hướng tiếp tuyến được giới thiệu trên hình 4-31 và bảng 4-129, được chế tạo theo hai loại, khác nhau

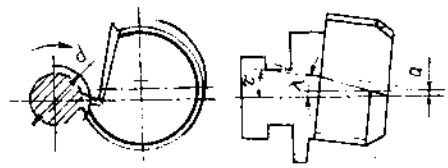
Bảng 4-127. *Các loại đầu cắt ren và ren được cắt.*

Ren hệ mét	Ren ống(insơ)	Loại đầu
4×0,5;4×0,7;4,5×0,5;5×0,5;5,5×0,8;6×0,5;6×1;7×0,5;7×1; 8×0,5;8×0,75;8×1;8×1,25;9×0,75;9×1,25;10×1,5;11×1;1 2×1;12×1,25;12×1,75;14×0,75;14×1;14×1,5;15×1		1K-20;1K-25 1KA-25; 1K*H*-25A
6×0,75		1E-20;1K-25 1KA-25; 1K*H*-25A
6×0,75;6×1;7×0,5;7×0,75;7×1;8×0,75;8×1;8×1,25; 9×0,75;9×1;9×1,25;10×0,75;10×1;10×1,25;10×1,5; 11×0,75;11×1;11×1,5;12×1;12×1,25;12×1,5;12×1,75; 14×0,75;14×1;14×1,25;14×1,5;14×2		2K-25;2K-30 2KA-30
9×0,75;9×1;9×1,25;10×0,75;10×1;10×1,25;10×1,5;11×1;1 1×0,75;11×1,5;12×1;12×1,25;12×1,75;14×1;14×1,5; 14×2;16×1;16×1,5;16×2;18×1;18×1,5;18×2,5;20×1; 20×1,5;20×2;20×2,5;22×1;22×1,5;22×2,5;24×1,5;24×2; 24×3	1/8";1/4" 3/8";1/2" 5/8"	3K-30;3K-38 3KA-30; 3KA-40
12×1;12×1,25;12×1,5;12×1,75;14×0,75;14×1;14×1,25; 14×1,5;14×2;16×1;16×1,5;16×2;18×1;18×1,5;18×2,5; 20×1;20×1,5;20×2;20×2,5;22×1;22×1,5;22×2,5;24×1,5; 24×2;24×3;27×1,5;27×2;27×3;30×1,5;30×2;33×1,5;33×2; 36×1;36×2;36×3;39×1,5;39×2;39×3;40×1,5;42×1,5; 42×;42××	1/4";3/8"; 1/2";5/8"; 3/4;7/8"; 1";1 1/8"; 1 1/4"	4K-45;4K-70 4KA-45 4KA-70
24×1;24×1,5;24×2;24×3;27×1 ;27×2;27×3;30×1,5;30×2; 30×3,5;33×1;33×1,5;33×2;33×3,5;35×1,5;36×1,5; 36×2;36×3;36×4;39×1,5;39×2;39×3;39×4;42×1,5;42×2; 42×3;45×1;45×1,5;45×2;45×3;48×1;48×1,5;48×2;48×3; 50×1,5;52×1;52×1,5;52×2;52×3;56×1;56×1,5;56×2;56×3; 56×4;60×1;60×1,5;60×2;60×3;60×4.	3/4;1"; 1 1/4"; 1 1/2"; 2"	5K-45;5K-70 5KA-45 5KA-70

ở bộ phận kẹp chặt. Mỗi loại lại chia ra làm hai loại khác nhau (trong trường hợp cắt ren trên máy không có truyền dẫn vít thì người ta mài theo dạng 1, còn dùng cho máy có truyền dẫn vít thì theo dạng 2). Các dao này được chế tạo bằng thép gió.

Dao lược của tất cả các loại (dạng tròn hay dạng định hình 6 cạnh) đều được gá dao sao cho đỉnh ren của dao lược luôn luôn nằm cao hơn tâm của chi tiết một lượng a. Nhờ cách gá đặt như vậy mà giữa bề mặt ren của chi tiết gia công và bề mặt ren của dao răng lược tạo nên một diện tích tiếp xúc làm biến dạng đàn hồi chi tiết gia công.

Bảng 4-128. *Các thông số lắp đặt của dao cắt ren hình lược*



Vật liệu gia công	γ	Lượng nâng a, theo đường kính ngoài ren được cắt d, mm							λ
		đến 8	8-10	11-14	16-20	22-27	30-42	45-60	
Alumin	25	0,03	0,08	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	$2^0+\tau$
Đồng-nhôm	20								$1^030'+\tau$
Đồng cứng	25								$2^0+\tau$
Thép ít carbon	25								$1^030'+\tau$
Thép hợp kim	20		0,05	0,07	0,12	0,17	0,21	0,25	$1^030'+\tau$
Thép dụng cụ	15								$30'+\tau$
Gang	10	0,1	0,12	0,14	0,30	0,25	0,30	0,33	$30'+\tau$
Đồng mềm	5								$2^0+\tau$

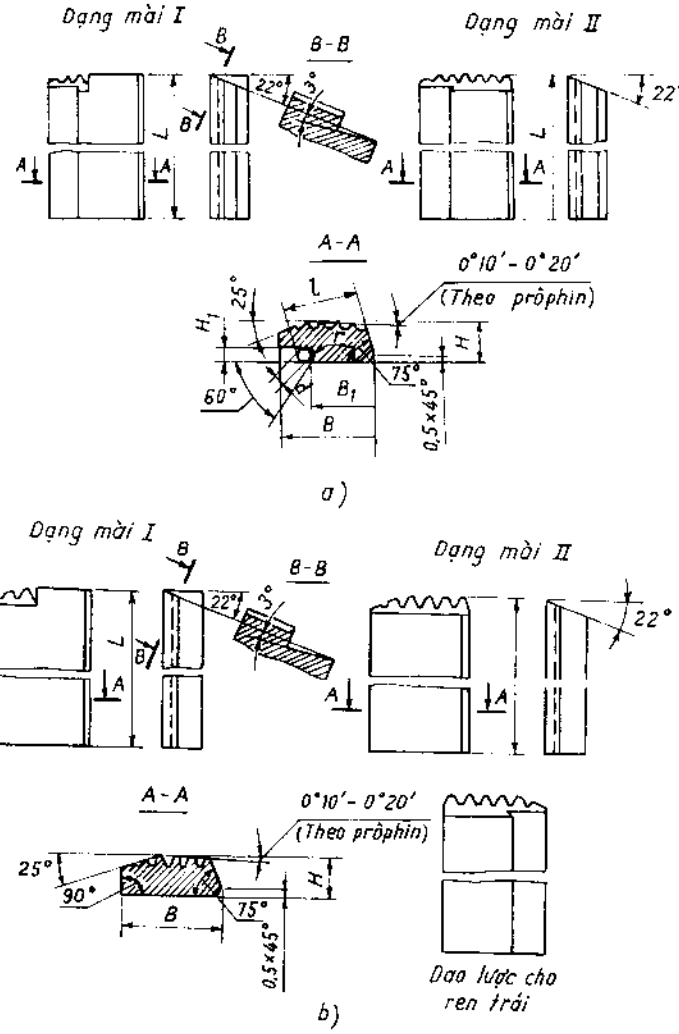
Chú thích: τ -Góc nâng của ren vít; λ -Góc nghiêng mặt trước so với tâm của vành ren dao

Mặt tiếp xúc đó cần thiết để bảo đảm định tâm và chạy dao của đầu cắt ren. Bề mặt tiếp xúc càng lớn thì càng bảo đảm thực hiện được quá trình tự xiết chặt, giảm được sai số cắt ren. Trị số của diện tích tiếp xúc phụ thuộc vào loại dao lược được dùng.

Dao lược tiếp tuyến phẳng có diện tích tiếp xúc lớn nhất và bảo đảm tốt nhất cho việc tự chạy dao. Còn dao lược phẳng hướng kính thì có diện tích tiếp xúc giảm đi, dẫn đến làm giảm khả năng tự định tâm và tự chạy dao.

Ngoài ra các dao lược đó còn được mài lại ít. Cho nên các loại đầu cắt ren có dao lược tròn tuy có diện tích tiếp xúc nhỏ, nhưng chúng lại có tính công nghệ cao hơn, gọn hơn và cho phép mài lại nhiều lần nên chúng được dùng phổ biến hơn cả.

Để giảm sai số bước và prôphin ren, trong một số trường hợp, việc cắt ren theo một phía của prôphin thường được dùng, khi cắt ren trên các máy công cụ loại lớn và trung bình, khi đó việc cắt gọt chi tiết cần phải nằm trong quá trình tự chạy dao thuận lợi không những chỉ trên các đầu cắt ren mà còn trên cả các đầu máy rêvonve loại nặng, vì sử dụng hợp lý các đồ gá đơn giản, (hình 4-32). Trên đồ gá đó mặt bích được kẹp trên đầu rêvonve, truyền mômen xoắn khi cắt ren và bảo đảm cho đầu cắt ren dịch chuyển tự do dọc theo đường trục của chi tiết gia công. Khi cắt ren bằng đầu cắt ren thì máy công cụ cần phải đáp ứng các chỉ tiêu và độ chính xác cần thiết; đặc biệt quan trọng là yêu cầu về độ đảo của trục chính và đường tâm chi tiết và đầu cắt ren.

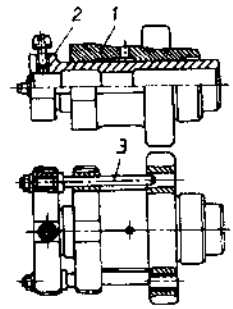


Hình 4-31. *Dao lược phẳng cắt ren*
a) Loại A; b) Loại B (kích thước cho trong bảng 4-129)

Bảng 4-129. *Dao lược phẳng cắt ren cùng với đầu cắt ren hệ mét, hệ Anh và ren ống.*

Ren			H	B	L	H_1	B_1	r	l	d
p	Số đầu mối trên 1"									
1-2	20-10	19;14	7,5	19,5	40	2,8	12,5	0,3	14,2	3
1-2	20-10	19;14;11	9	20	75;100	3	17	0,3	17,7	2,5
2,5-4	9-6		10	25	100	3	17	0,3	17,7	2,5
4-6	6-4		16	40	100	5	19	0,5	30,6	4,5
		14;11	10	25	100					
		19;14;11	11	29	100					
		14;11	11	33	100					
		11	18	48	130					

Chú thích: Chiều dài phần cắt $l_1 = (h_{1max} + h_{2min} + 1)2,15$;
ở đây h_1 - chiều cao đầu; h_2 - chiều cao dao lược; p — bước ren hệ mét.



Hình 4-32.*Đồ gá để kẹp chặt dầu cắt ren*
1. thân; 2. Ống để kẹp chặt dầu dao; 3. trụ trượt.

3.Bàn ren và tarô.

Bàn ren dùng để cắt ren ngoài phải và ren ngoài trái hệ mét có đường kính từ 1 ÷ 76mm (bảng 4-130), ren ống phải và trái từ 1/16" ÷ 2" (bảng 4-131) và ren Anh, côn từ K 1/16"÷K 2" và ren ống từ R1/16"÷R2" (bảng 4-132).

Độ chính xác các thành phần của ren được tạo nên đối với ren hệ mét thì theo dung sai cho phép 6h, 8h6h; 8h; 6g; 8g còn đối với ren ống thì theo yêu cầu cấp chính xác A hoặc B.

Bàn ren được chế tạo bằng thép hợp kim dụng cụ 9XC hoặc XBГ.

Việc cắt ren bằng bàn ren được thực hiện trên các máy tiện, máy rêvonve và máy tiện tự động.

Để tạo nên các prôphin cho các cơ cấu chính xác của các thiết bị dụng cụ, người ta sử dụng các bàn ren không có lỗ thoát phoi đối với ren hệ mét có đường kính 0,25 ÷ 0,9mm (bảng 4-133). Loại bàn ren này được chế tạo bằng các thép Y10A; Y11A và Y12A.

Tarô dùng để cắt ren trong (ren lỗ) phải và trái trong các lỗ thủng và lỗ không thủng (lỗ tắc).Tarô tay một bộ có hai chiếc thô và tinh, có loại được mài prôphin ren để cắt ren hệ mét có đường kính từ 4 ÷ 27mm và loại không mài prôphin thường có đường kính 4 ÷16mm.

Tarô máy có mài prôphin dùng để cắt ren hệ mét (bảng 4-134 ÷ 4-136) để cắt ren ống và ren hệ Anh (bảng 4-137).

Tarô máy được chế tạo theo ba loại: loại 1 chiếc (cho tất cả các kích thước), loại theo bộ hai chiếc dùng cho d = 1 ÷ 52mm và loại theo bộ ba chiếc có d = 24 ÷ 52mm dùng để cắt các ren hệ mét, ren ống và ren hệ Anh.

Ta rô máy cắt ren hệ mét có đường kính 0,25 ÷ 0,9 mm (bảng 4-138) được chế tạo có đuôi trụ. Chúng được dùng để cắt ren trong lỗ thủng và lỗ không thủng của chi tiết có độ chính xác cao của các cơ cấu dụng cụ.

Tarô dùng để cắt đai ốc (bảng 4-139) được mài prôphin ren và được chế tạo theo các cấp chính xác H1; H2; H3; H4 và G1.

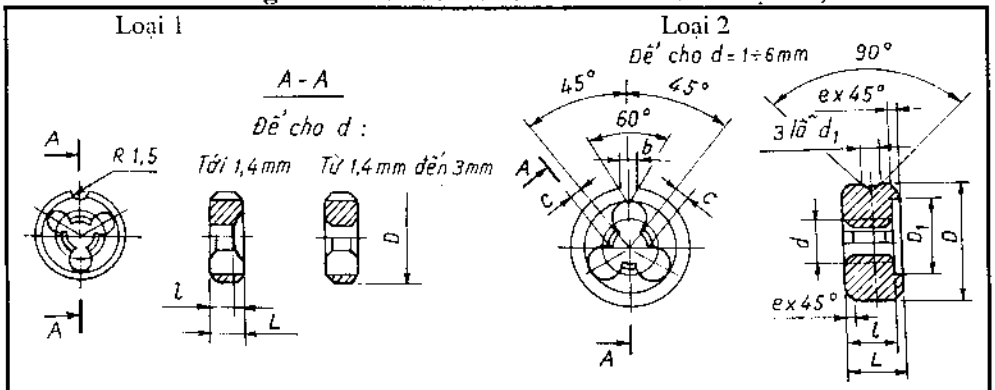
Chúng dùng để cắt các ren ở các lỗ thủng và ren ở các đai ốc hệ mét và hệ Anh, trên các máy khoan hoặc các máy cắt ren tự động.

Tarô dùng để cắt ren đai ốc tự động, thường có chuôi cong (bảng 4-140) dùng để cắt ren các đai ốc hệ mét và hệ Anh, trên các máy gia công đai ốc chuyên dùng.

Các kích thước liên hệ giữa các bộ phận của tarô lấy theo đường kính danh nghĩa, dù là bước nhỏ hay bước lớn đều như nhau. Sự khác nhau là chỗ giảm chiều dài của phần cổ gom nhỏ lại (càng nhỏ thì bước ren càng bé) và giảm chiều dài của phần sửa đúng của tarô có bước nhỏ. Như vậy tổng chiều dài của ta rô có bước nhỏ giảm đi.

Tarô côn (bảng 4-141) dùng để cắt các ren côn hệ Anh có góc prôphin 60^0 và các ren côn ống trên các máy khoan và các máy gia công ren chuyên dùng có sử dụng các mâm cặp đặc biệt cho phép điều chỉnh trị số mômen xoắn.

Bảng 4-130. *Kích thước bàn ren để cắt ren hệ mét, mm*



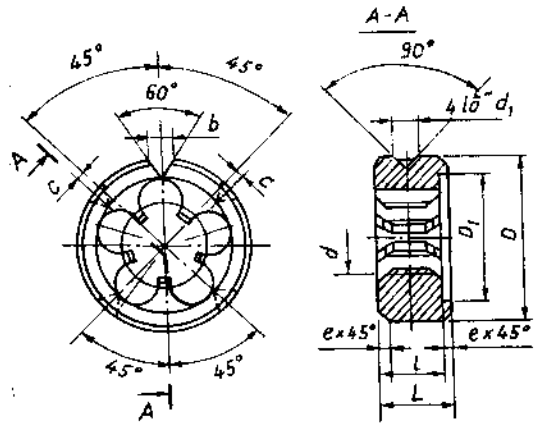
d		Bước ren		loại	D	L	l	D_1	d_1	b	c
1	2	Lớn	Nhỏ								
1;1,2	1,1	0,25	1	1	12	3	1,5				
				2	16	5	2	11	3	3,2	0,5
	1,4	0,3	0,2	1	12	3	1,5				
				2	16	5	2,5;(2)	11	3	3,2	0,5
1,6	1,8	0,35		1	12	3					
				2	16	5	2,5(2)	11	3	3,2	0,5
2		0,4		1	12	3					
			0,25	2	16	5	3(2)	11	3	3,2	0,5
	2,2			1	16	3					
		0,45		2	16	5	3(2)	11	3	3,2	0,5
2,5				1	16	3					
			0,35	2	16	5	3(2,5)	11	3	3,2	0,5
3		0,5		1	16	3					
						5	3	15	4		
	3,5	0,6				5					

(tiếp bảng 4-130)

d			Bước ren		D	L	l	D_1	d_1	b	c
1	2	3	Lớn	Nhỏ							
4		0,7	0,5	2	20	5			4	3,2	0,6
	4,5	0,75				7					
5		0,8				(5)					
6		1	0,75; 0,5								

Loại 3

dùng cho d từ 6 đến 52mm



		7	1	0,75	25	9			5	4	0,8
				0,5		7					
8		9	1,25	1;0,75		9					
				0,5		7					
			1,5	1,25;1							
10				0,75	30	11	8	24	5	4	1
				0,5		8					
			(1,5)	1							
		11		0,75	30	11	8	24	5	4	1
				0,5		8					
			1,75			14					
12				1,5;1,25 ;1	38				6	5	1,2
				0,75;0,5		10	7	30			
			2			14					
	14			1,5;1,25 ;1	38				6	5	1,2
				0,75;0,5		10	7	30			
		15		1,5;1	38						
			2			18					
				1,5		14					
16				1		14	10	36			
				0,75;0,5		10	7				
		17		1,5	45				6	5,3	1,2
				(1)		14	10	36			
			2,5			18					

(tiếp bảng 4-130)

d, theo dãy			Bước ren p		D	L	l	D_1	d_1	b	c
1	2	3	Lớn	nhỏ							
				2;1,5							
20	18			1		14	10	36			
				0,75		10					
				0,5			7	36			
			2,5			22					
				2;1,5							
	22			1		16	12	45			
				0,75;0,5		12	8	45			
			3			22					
24				2;1,5	55						
				1		16	12	45			
				0,75		12	8		8	6,5	1,5
		25		2;1,5							
				(1)		16	12	45			
		(26)		1,5							
			3			25					
				2							
				1,5	65	18	14				
	27			1			12	54	8	6,5	1,8
				0,75		14	10				
				2							
		(28)		1,5	65	18	14				
				1			12	54			
			3,5	(3)		25					
				2							
30				1,5		18	12				
				1				54			
				0,75		14	10				
		(32		2							
				1,5		18	14	54			
			3,5	(3)	65	25			8	6,5	1,8
				2;1,5		18					
	33			1			12	54			
				0,75		14	10				
		35		1,5		18					
			4	3		25					
36				2;1,5		18					
				1		14	12	54			
		38		1,5		20	16	63			
			4	3		30					
	39			2;1,5		20					
				1		16	12	63			
		40		(3)	75				8	7	1,8
				(2);1.5		30					
42			4,5	(4);3		30					

(tiếp bảng 4-130)

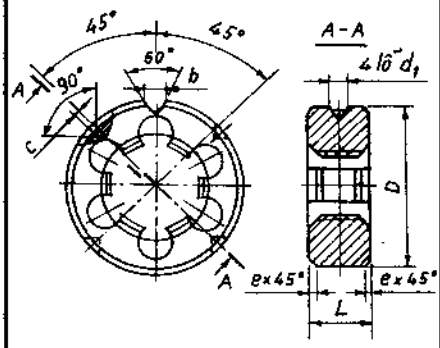
d, theo dãy			Bước ren p		D	L	l	D_1	d_1	b	c
1	2	3	Lớn	nhỏ							
42				2;1,5		20					
				1		16	12	63			
			4,5	(4);3		36					
	45			2;1,5		22					
				1		18	14	75	8	9	2
		50		(3)		36					
				(2);1.5	90	22					
			5	(4);3		36					
48	52			2;1,5		22					
				1		18	14	75			

Chú thích: Các kích thước L và l trong ngoặc dùng cho bàn ren bước nhỏ.

d. đường kính danh nghĩa của ren theo dãy.

Các kích thước trong ngoặc ít được dùng

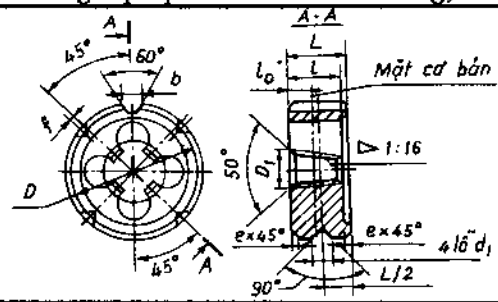
Bảng 4-131. *Kích thước bàn ren để cắt các ren ống trụ 1/16" ÷ 2", mm*



d	n	D	L	d_1	b	c
1/16	28	25	9	5	4	0,8
1/8	28	30	8	5	4	1,0
1/4	19	38	10	6	5	1,2
3/8	19	45	14	6	5,3	1,2
1/2	14	45	14	6	5,3	1,2
3/4;(5/8)	14	55	16	8	6,5	1,5
(7/8)	14	65	18	8	6,5	1,8
1	11	65	18	8	6,5	1,8
1 1/4;(1 1/8)	11	75	20	8	7,0	1,8
1 1/2;(1 3/8)	11	90	22	8	9,0	2,0
2;(1 3/4)	11	105	22	10	10	2,5

Chú thích: n - số đầu mối trên 1"; d-đường kính danh nghĩa của ren; các số không ngoặc là các đường kính dãy 1, trong ngoặc là các đường kính dãy 2.

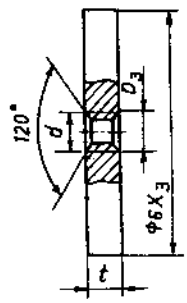
Bảng 4-132. *Kích thước bàn ren để cắt ren côn hệ Anh có góc prôphin 60° và ren côn ống, mm*



Chú thích: n-số đầu mối trên 1 insơ.

Ren côn Anh	Ren côn ống	n	D	D_1	d_1	L	l_0	l	b	f	c
	R1/16	28	30	8,3	5,2	11	8	10	4,0	1,0	
K1/6		27	25	8,4	5,2	11	4,4		4,0	0,8	
	R1/8	28	30	10,4	6,0	11	8	10	5,0	1,0	
K1/8		27	30	10,7	6,0	12	4,4		4,0	1,0	1
	R1/4	19	38	13,9	6,5	14	8	14	5,3	1,2	
K1/4		18	38	14,2	6,5	18	7,2		5,0	1,2	
	R3/8	19	45	17,4	7,5	18	8,6	15	5,3	1,2	
K3/8		18	45	17,7	7,5	18	7,2		5,3	1,2	
	R1/2	14	55	21,9	7,5	22	10,8	19	6,5	1,5	2
K1/2		14	45	22,1	7,5	24	9,1		5,3	1,2	1
	R3/4	14	55	27,3	8,5	22	10,5	20	6,5	1,5	
K3/4		14	55	27,4	8,5	24	9,1		6,5	1,5	
	R1	11	65	34,4	10,0	25	13,6	24	6,5	1,8	
K1		11,5	65	34,3	10,0	28	11,8		6,5	1,8	
	R1¼	11	75	43,1	11,5	30	13,3	26	7,0	1,8	2
K1¼		11,5	75	43,1	11,5	30	11,8		7,0	1,8	
	R1½	11	90	49	11,5	36	13,3	26	9,0	2,0	
K1½		11,5	90	49,2	11,5	30	12,4		9,0	2,0	
	R2	11	105	60,9	13,0	36	15,1	31	10	2,5	
K2		11,5	105	61,2	13,0	32	12,4		10	2,0	

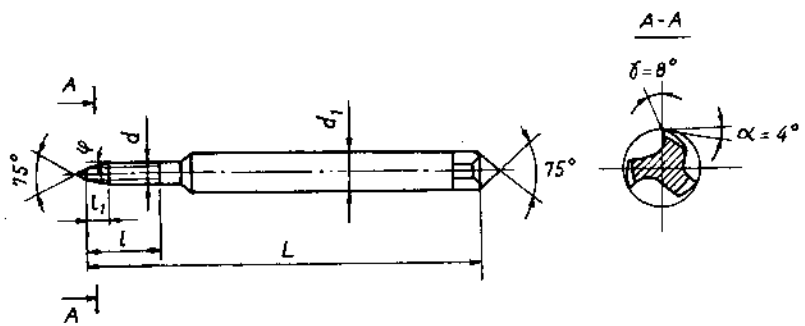
Bảng 4-133. *Kích thước bàn ren để cắt ren từ 0,25 ÷ 0,9mm, mm.*



d	p	t	D_3
0,25	0,075	0,3	0,27
0,30	0,08	0,3	0,32
0,35	0,09	0,35	0,37
0,40	0,10	0,35	0,42
0,45	0,10	0,35	0,47
0,5	0,125	0,45	0,53
0,55	0,125	0,45	0,58
0,60	0,150	0,55	0,65
0,70	0,175	0,65	0,75
0,80	0,20	0,75	0,85
0,90	0,225	0,85	0,95

d- đường kính danh nghĩa của ren; p- bước ren.

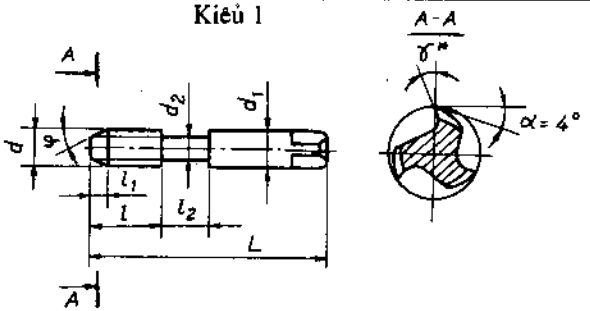
Bảng 4-134. ***ta rô ngắn*** *có chuôi chịu lực dùng cho ren hệ mét, mm*



d danh nghĩa theo dãy		Bước ren p	L	l	Chiều dài côn cắt của ta rô l_1				d_1
					Cho lỗ		Bộ		
1	2				Thủng	Tắc	Thô	Tinh	
1 ;1,2	1,1	0,25	38,5	5,5	0,75	0,5	0,75	0,5	2,5
	1,4	0,30	40	7,0	0,90	0,6	0,90	0,6	2,5
1,6	1,8	0,35	41	8,0	1,0	0,7	1,0	0,7	2,5
2,0		0,40	41	8,0	1,2	0,8	1,2	0,8	2,5
2,5	2,2	0,45	44,5	9,5	1,4	0,9	1,4	0,9	2,8

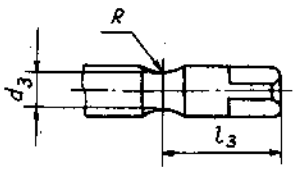
Bảng 4-135. *Ta rô ngắn có cổ dùng cho ren hệ mét (bước lớn), mm*

Kiểu 1



Kiểu 2

dùng cho $d_1 \geq 5mm$

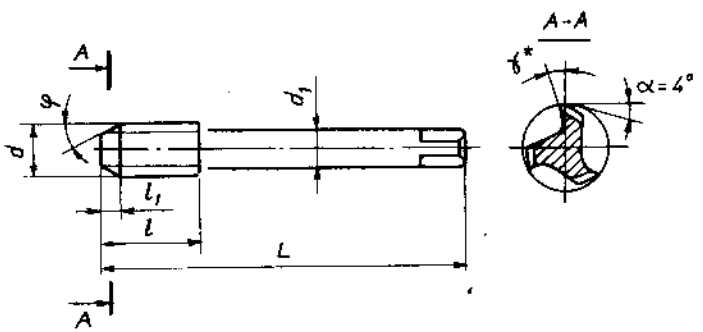


Bước ren, p	d danh nghĩa theo dãy			L	l	Chiều dài côn cắt của ta rô l_1				d_1	l_2	Kiểu 2		
						Cho lỗ		Bộ						
	1	2	3			Thủng	Tắc	Thô	Tinh			l_3	d_3	R
				48	11	1,5	1,0	1,5	1,0	3,15	7			
				50	13	1,8	1,2	1,8	1,2	3,55	7			
0,5	3	3,5		53	13	4,2	2,1	4,2	1,4	4,00	8			
0,6				53	13	4,5	2,2	4,5	1,5	4,5	8			
0,7	4	4,5		58	16	4,8	2,4	4,8	1,6	5,0	9	13	4,5	4,5
0,75				66	19	6,0	3,0	6,0	2,0	6,3	11	15	5,5	4,5
0,8	5			66	19	6,0	3,0	6,0	2,0	7,1	11	15	6,0	4,5
1,0	6			72	22	7,5	3,8	7,5	2,5	8,0	13	16	7,0	4,5
1,0			7	72	22	7,5	3,8	7,5	2,5	9,0	14	17	8,0	4,5
1,25	8			80	24	9,0	4,5	9,0	3,0	10,0	15	18	9,0	4,5
1,25			9											
1,5	10													

Chú thích: với ta rô có d< 3,5mm $\gamma^0 = 8^0$; d> 3,5mm $\gamma^0 = 10^0$

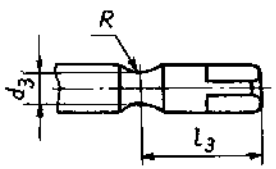
Bảng 4-136. Ta rô ngắn có chuôi chuyển tiếp dùng cho ren hệ mét (bước lớn), mm

Kiểu 1



Kiểu 2

đối với d ≥ 5mm



d danh nghĩa theo dãy		Bước ren p	L	l	Chiều dài côn cắt của ta rô l_1				d_1	Kiểu 2	
					Cho lỗ		Bộ			l_3	d_3
1	2				Thùng	Tắc	Thô	Tinh			
3		0,5	48;(66)	11	1,5	1,0	1,5	1,0	2,24		
	3,5	0,6	50	13	1,8	1,2	1,8		2,5		
4		0,7	53;(73)	13	4,2	2,1	4,2	1,4	3,15		
4,5		0,75	53	13	4,5	2,2	4,5	1,5	3,55		
5		0,8	58;(79)	16	4,8	2,4	4,8	1,6	4,00		
6		1,0	66;(89)	19	4,5	2,2	4,5	1,5	4,5		

(tiếp bảng 4-136)

d danh nghĩa theo dãy		Bước ren p	L	l	Chiều dài côn cắt của ta rô l_1				d_1	Kiểu 2	
					Cho lỗ		Bộ				
1	2				Thủng	Tắc	Thô	Tinh		l_3	d_3
	7*	1,0	66;(89)	19	4,5	2,2	4,5	1,5	5,6	14	5,0
8	9*	1,25	72	22	7,5	3,8	7,5	2,5	6,3	15	5,5
	9*	1,25	72	22	7,5	3,8	7,5	2,5	7,1	15	6,0
10		1,5	80;(108)	24	9,0	4,5	9,0	3,0	8,0	16	7,0;9,0
	11	1,5	80	24	9,0	4,5	9,0	3,0	8,0	16	7,0
12		1,75	89;(119)	29	10,5	5,2	10,5	3,5	9,0	17	8
	14	2,0	95;(127)	30	12	6,0	12	4	9,0	19	10
16		2,0	102;(137)	32	12	6,0	12	4	11,2	20	11
	18.	2,5	112;(149)	37	15	7,5	15	5	12,5	22	12
	18	0,75	95	20	4,5	2,2	4,5	15	14	22	12
20		2,5	112;(149)	37	15	7,5	15	5	14	22	12
	22	2,5	118;(158)	38	15	7,5	15	5	16	24	14
24		3,0	130;(172)	45	18		18	6	18	26	16
	27	3,0	135	45	18		18	6	20	28	18
30		3,5	138	48	21		21	7	20	28	15
	33	3,5	151	51	21		21	7	22,4	32	20
36		4,0	162	57	24		24	8	25	34	22
	39	4,0	170	60	24		24	8	28	36	25
42		4,5	170	60	27		27	9	28	36	25
	45	4,5	187	67	27		27	9	31,5	40	29
48		5,0	187	67	30		30	10	31,5	40	29
	52	5,0	200	70	30		30	10	35,5	45	33

Chú thích: * Đường kính của dãy 3.

1/ Số liệu trong ngoặc là của ta rô có phần chuôi chuyển tiếp kéo dài

2/ Với ta rô có d< 3,5mm $\gamma^0 = 8^0$; d> 3,5mm $\gamma^0 = 10^0$

3/ Với ta rô kiểu 2: R = 4,5mm khi d = 7 ÷ 14mm; R = 6mm khi d =16 ÷ 52mm

Bảng 4-137. *Ta rô để cắt ren ống và ren Anh (hình ở bảng 4-136).*

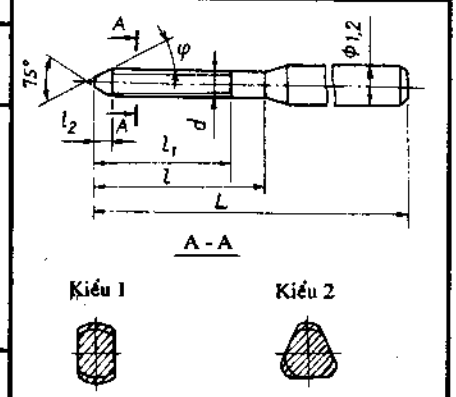
d (")	p	n	L	l	Chiều dài côn cắt của ta rô l_1				d_1	Kiểu 2		
					Cho lỗ		Bó			l_3	d_3	R
					Thùng	Tắc	Thó	Tinh				
Ren ống												
1/8	0,907	28	80	18	5,5	2,8	5,5	1,8	8	16	7	
			90						10	18	9	
1/4	1,337	19	100	25	8	4	8	2,5	14	22	12	
1/2									16	24	14	4,5
5/8									18	26	16	
3/4	1,814	14	135	32	11	5,5	11	3,6	22,4	32	20	
7/8									25	34	22	
1												
1 1/8			140						28	36	25	
1 1/4												
1 3/8			160						31,5	40	29	
1 1/2	2,309	11			14	7,1	14	4,5	35,5	45	33	6,0
1 3/4			195									
2									40	48	37	
Ren Anh												
1/4	1,27	20	65	18	7,6	3,8	7,6	2,5	6,3	15	5,5	
5/6	1,411	18	70	20	8,5	4,2	8,5	2,8	8,0	16	7,0	
3/8	1,588	16	80	25	9,5	4,7	9,5	3,2	10,0	18	9,0	4,5
7/16	1,814	14	85	25	10,8	5,4	10,8	3,6	8,0	16	7,0	
1/2	2,117	12	90	28	12,7	6,3	12,7	4,2	9,0	17	8,0	
9/16	2,117	12	95	30	12,7	6,3	12,7	4,2	11,2	19	10	
5/8	2,309	11	100	32	13,8	6,9	13,8	4,6	12,5	20	11	
7/8	2,822	9	120	40	16,9	8,4	16	5,6	16	25	14	
1	3,175	8	130	45	19		19	6,3	18	26	16	
1 1/8	3,629	7	140	50	21,8		4,8	7,2	22,4	28	18	6,0
1 1/4	3,629	7	150		21,8		4,8	7,2	22,4	32	20	
1 3/8	4,233	6	160		25,4		25,4	8,4	25	34	22	
1 1/2	4,233	6	170	60	25,4		25,4	8,4	25	36	25	
1 5/8	5,080	5	170	60	30,5		30,5	10,2	25	36	25	
1 3/4	5,080	5	185	60	30,5		30,5	10,2	31,5	40	29	
1 7/8	5,644	4,5	185		34		34	11,2	31,5	40	29	
2	5,644	4,5	200	70	34		34	11,2	35,5	45	33	

Chú thích: đối với ren Anh 1/4 ÷ 3/8" xemhình ở bảng 4-135

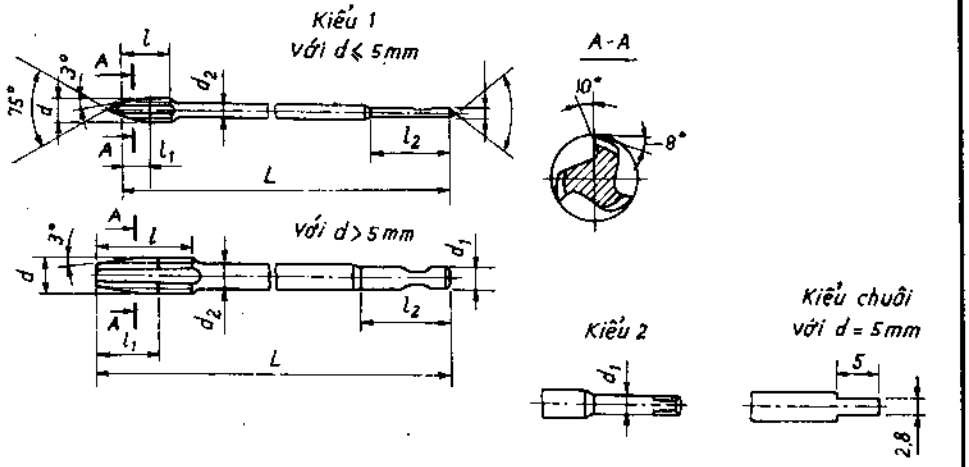
Bảng 4-138. *Ta rô máy để cắt ren hệ mét đường kính 0,25 ÷ 0,9, mm*

d	p	L	l	l_1	l_1 để cắt lỗ	
					Thùng φ°=14° ±1°	Tắc φ°=14° ±1°
0,25	0,075	16	2,8	2,5	0,23	0,15
0,3	0,08	16	2,8	2,5	0,24	0,15
0,35	0,09	16	3,0	2,5	0,27	0,16
0,4;0,45	0,1	16	3,2	2,8	0,30	0,18
0,5;0,55	0,125	16	4,0	3,	0,37	0,20
0,6	0,15	20	4,5	2	0,44	0,26
0,7	0,175	20	5,8	3,6	0,53	0,30
0,8	0,2	20	6,0	4,5	0,60	0,35
0,9	0,225	20	6,5	4,8	0,70	0,40
				5,0		

Chú thích: Ta rô được chế tạo theo hai kiểu:
1/ mài hai mặt cạnh để cắt ren vật liệu có σ_B < 588 MPa
2/ mài ba mặt cạnh để cắt ren vật liệu có σ_B > 588 MPa



Bảng 4-139. *Kích thước tarô đai ốc để cắt ren hệ mét và hệ Anh, mm*



Dùng cho ren hệ mét.

d* (mm)	p	L	l	l_1	l_2	d_1	d_2
3	0,5	70 ; 120	10	6		2,24	2,24
3,5*	(0,6)	80 ; 120	12	7	20	2,5	2,5
4	0,7	90 ; 160	14	8		2,8	2,8
4,5*	(0,75)	100;160	16	9		3,15	3,3
5	0,8	110;180	16	10	22	3,55	3,6
6 ; 7**	1,0	120;200	20	12	22	4,5	4,5
8 ;9**	1,25	140;220	25	15	25	7,1	7,1
10 ; 11**	1,5	160;250	30	18		8	8
12	1,75	180;280	36	21	32	9	9,3
14*	2,0	180;280	40	24		10	10
16	2,0		40	24		12,5	12,9
18*		200;320				14	14,2
20	2,5	220;360	50	30	40	16	16,2
22*						18	18,2
24						18	19,4
27*	3,0	250;360	60	36	45	20	22,4
30						22,4	24,6
33*	3,5	280;360	70	40	50	25	28,9
36						28	29,9
39*	4,0	320;360	80	48	55	31,5	32,9
42	4,5	360;450	90	54		31,5	35,1
45*	4,5	360;450	90	54		35,5	38,1
48		400;500		60	60	35,5	40,4
52	5,0	400	100	48		40	45,9

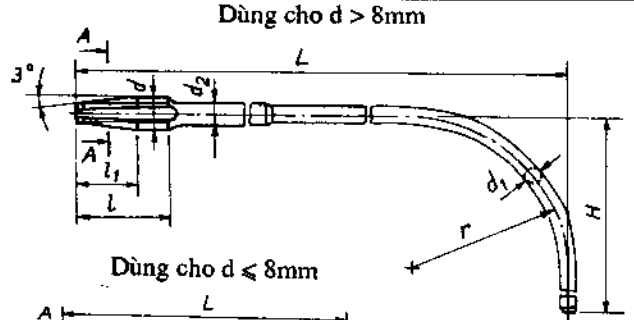
(tiếp bảng 4-139)

Dùng cho ren hệ Anh						
d (")	p	n	L	l	l_1	d_1
1/4	1,27	20	120;200	25	15	4,5
5/16	1,411	18	140;220	28	17	5,6
3/8	1,588	16	160;250	32	19	7,1
(7/16)	1,814	14	100;250	36	22	8,0
1/2	2,117	12	180;280	40	25	9,0
9/16	2,117	12	180;280	40	25	10,0
5/8	2,309	11	200;320	45	28	12,5
3/4	2,54	10	200;320	50	32	14,0
1	3,175	8	250;360	60	38	18,0
1 1/8	3,629	7	280;360	70	45	22,4
1 1/4	3,629	7	280;360	70	45	25,0

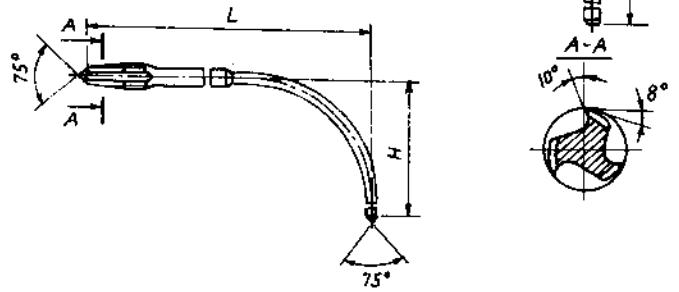
* Đường kính dãy 2; **Đường kính dãy 3; d- đường kính danh nghĩa của ren hệ Anh; n- số đầu mối trên 1"; p- bước ren.

Bảng 4-140. *Kích thước tarô đai ốc có chuôi cong (bước lớn), mm*

Dùng cho d > 8mm



Dùng cho d ≤ 8mm



Dùng cho ren hệ mét.								
d dãy 1	p	L	l	l_1	d_1	d_2	H	r
3	0,5	135	10	6	2,24	2,24	55	32
		140					25	15
4	0,7	135	14	8	2,8	2,8	55	32
		140					25	15
5	0,8	135	16	10	3,6	3,6	55	32
		140					25	15
6	1,0	135	20	12	4,4	4,4	55	32
		200					45	30
8	1,25	165	25	16	5,5	6,3	80	43
		200					45	30

(tiếp bảng 4-140)

d dãy 1	p	L	l	l_1	d_1	d_2	H	r
10	1,5	165	30	18	7,3	8,0	80	43
		200					45	30
12	1,75	250	36	22	9,0	9,3	115	60
		300					60	50
14*	2,0	250	40	25	10,5	10,9	115	60
		300					60	50
16	2,0	250	40	25	12,5	12,9	115	60
		300					60	50
18*	2,5	340	50	30	13,8	14,2	150	95
		300					60	50
20	2,5	340	50	30	15,8	16,2	150	95
		300					100	70
22*	2,5	340	50	30	17,8	18,2	150	95
		420					100	70
24	3,0	340	60	36	19,0	19,4	150	95
		420					100	70
27*	3,0	420	60	36	21,8	22,4	100	70
30	3,5	420	70	40	24	24,6	100	70
Ta rô dùng cho ren hệ Anh								
1/4"	1,27	135	25	16	4,4	4,4	55	32
	(20)	200					45	30
5/16"	1,411	165	28	18	5,2	6,0	80	43
	(18)	200					45	30
3/8"	1,588	165	30	18	6,6	7,4	80	43
	(16)	200					45	30
1/2"	2,117	250	40	25	9,2	9,9	115	60
	(12)	300					60	50
5/8"	2,309	250	45	28	12	12,9	115	60
	(11)	300					60	50
3/4"	2,540	340	50	30	14,9	15,7	150	95
	(10)	300					60	50
7/8"	2,822	340	55	36	17,8	18,6	150	95
	(9)	420					100	70
1"	3,170	340	60	36	20,4	21,3	150	95
	(8)	420					100	70

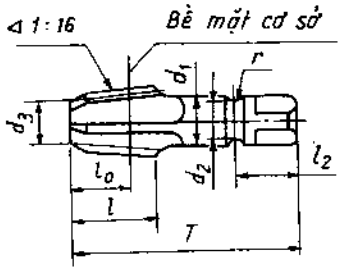
*Ren của dãy thứ nhất . Số trong ngoặc là số đầu mối ren trên 1"; d- đường kính danh nghĩa của ren hệ Anh; p- bước ren.

Dung sai của ren hệ mét được xét theo tiêu chẩn của 5 thành phần đó là: bước ren; một nửa góc prôphin; đường kính ngoài; đường kính trung bình và đường kính trong.

Tarô tay cho tất cả các kích thước và tarô máy để cắt ren có đường kính 0,25 ÷ 0,9mm được chế tạo bằng thép Y11A và Y12A.

Tarô máy-tay và tarô côn có đường kính 12mm và lớn hơn, còn tarô đai ốc 10mm và lớn hơn thì thường chế tạo bằng phương pháp hàn nối chuôi. Phần làm việc được chế tạo bằng thép gió, còn chuôi thì chế tạo bằng thép 45 hoặc 40X (tarô đai ốc đuôi cong thì bằng thép Y7).

Bảng 4-141. *Các kích thước cơ bản của tarô ren côn, mm*



Ren Anh	Loại 1						Loại 2						r
	L	l	l_0	l_2	d_1	d_2	L	l	l_0	l_2	d_1	d_2	
1/16	50	16	10	15	6,3	5,5	52	14	10,1	13	5,6	5	4,5
1/8	55	18	11	16	11,2	10	59	15	10	16	8,0	7	
1/4	65	24	15	22	14	12	67	19	15	18	10	9	
3/8	75	26	16	22	14	12	75	21	15,4	20	12,5	11	
1/2	85	30	21	26	18	16	87	26	20,5	24	16	14	6
3/4	95	32	21	32	22,4	20	96	28	21,8	28	20	18	
1	110	40	26	36	28	25	109	33	26	34	25	22	
1 1/4	120	42	27	40	31,5	29	119	36	28,3	40	31,5	29	
1 1/2	140	42	27	45	35,5	33	125	37	28,3	45	35,5	33	
2	140	45	28	52	45	42	140	41	32,7	48	40	37	

4. Các loại dao cắt ren.

+ Dao phay ren răng lược dùng để cắt các ren ngắn ở mặt ngoài và mặt trong trên máy phay ren chuyên dụng.

Để cắt hoàn toàn prôphin ren trên suốt chiều dài thì phôi cần phải quay 1 ÷ 1 1/4 vòng. Nhờ đó năng suất cao hơn các phương pháp cắt ren bằng các dao cắt thông thường.

Dao phay ren răng lược được chế tạo bằng thép gió, cắt phải và cắt trái, có chuôi (bảng 4-142) và loại lắp ghép (bảng 4-143).

Dao phay ren đĩa (bảng 4-144) dùng trên các máy phay ren chuyên dùng để cắt các ren ngoài, hình thang bước lớn (>4mm).

Tuỳ theo prôphin của ren cần cắt mà dao phay có dạng prôphin đối xứng hoặc prôphin không đối xứng. Sau khi phay, để gia công tinh người ta thường thêm nguyên công tiện ren hoặc mài ren theo prôphin.

+ Đầu cắt ren kiểu "Gió lốc" (hình 4-33) dùng trên các đồ gá chuyên dùng của máy tiện để cắt ren một hay nhiều đầu mối của vít hoặc trục vít trong điều kiện sản xuất loạt lớn và hàng khối. Đường kính ren gia công 20 - 200mm đôi khi tới 1000mm. Bước ren được cắt 4mm và lớn hơn.

Đầu cắt ren được đặt lệch tâm so với tâm phôi và lắp dao có gắn mảnh hợp kim cứng (từ 1 ÷ 12). Tốc độ cắt tới 100 - 450^{m}/ph, cấp chính xác đạt được theo các thành phần của ren: thô và trung bình.

+ Dao tiện ren được dùng để cắt ren ngoài và ren trong, tiến dao theo prôphin (hình 4-34a), tiến dao nghiêng theo cạnh ren (hình 4-34b) và tiến dao tổng hợp (hình 4-34c).

Khi cắt ren hình thang thì tiến dao theo prôphin có nhiều ưu điểm, tuy nó có năng suất thấp hơn phương pháp tiến dao nghiêng theo cạnh ren, nhưng lại đạt được độ nhám bề mặt nhỏ.

Dao tiện ren được giới thiệu ở bảng 4-145 và bảng 4-146.

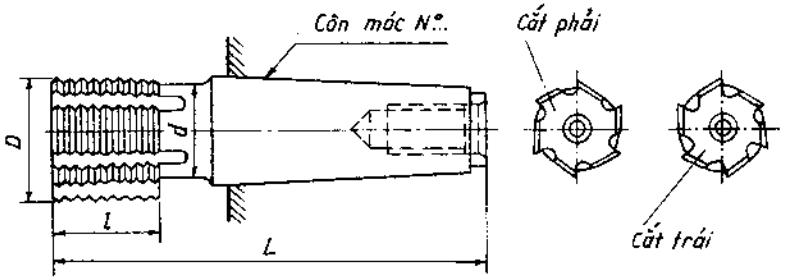
Các thông số hình học của dụng cụ cắt ren - góc côn ngược φ' trên ta rô được tạo nên để ngăn ngừa hiện tượng kẹt răng ta rô trong phần cắt ren. Để tạo nên góc φ' người ta làm đường kính ngoài, đường kính trung bình và đường kính trong giảm dần theo hướng về phía chuôi, còn theo tính toán cho 100mm chiều dài là:

a) Của tarô tay và tarô máy, dùng cho ren có bước P=0,2 ÷ 1,0mm thì lấy bằng 0,1mm; P=1,25 ÷ 2,5mm thì giảm 0,08mm/100mm chiều dài đối với tất cả các đường kính ren; P=3 ÷5mm thì giảm 0,05mm/100mm chiều dài đối với tất cả các đường kính ren.

b)Của các tarô đai ốc chuôi cong và tarô tự động P=0,2 ÷ 1,0mm thì lấy bằng 0,15mm; P=1,25 ÷ 2,5mm thì giảm 0,12mm/100mm chiều dài đối với tất cả các đường kính ren; P=3 ÷ 5mm thì giảm 0,1mm/100mm chiều dài đối với tất cả các đường kính ren.

Khi cắt ren trên các vật liệu là hợp kim và kim loại nhẹ thì lượng giảm đường kính 0,2 ÷ 0,3mm/100mm chiều dài.

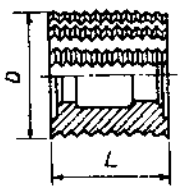
Bảng 4-142. *Các kích thước cơ bản của dao phay ren răng lược chuôi côn,mm*



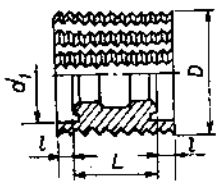
D	L	$l_{dưỡng}$	l theo bước P												d	Côn Mooc N°
			0,5	0,6	0,7	0,75	0,8	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3		
10	92	10	10	10,2	9,8	9,75	9,6	10	10	9					10	
	98	16	16	16,2	16,1	15,75	16	16	16,25	16,5						
12	94	12	12	12	11,9	12	12	12	12,5	12	12,25				12	
	102	20	20	19,8	20,3	20,25	20	20	20	19,5	19,25					
16	98	16	16	16,2	16,1	15,75	16	16	16,25	16,5	15,75	16				2
	107	25	25	25,2	25,2	24,75	24,8	25	25	25,5	24,5	24				
20	102	20				20,25	20	20	20	19,5	19,25	20	20	21	16	
	114	32				32,25	32	32	32,5	31,5	31,5	32	32,5	30		
25	127	25						25	25	25,5	24,5	24	25	24	20	
	142	40						40	40	40,5	40,25	40	40	39	20	3
32	134	32						32	32,5	31,5	31,5	32	32,5	30	22	
	152	50						50	50	49,5	49	50	50	48		

Bảng 4-143. *Các kích thước chính của dao phay ren răng lược lắp ghép, mm*

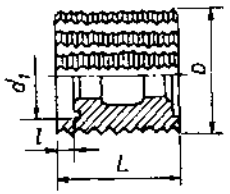
Kiểu A



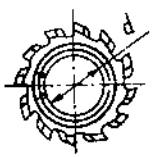
Kiểu B



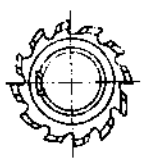
Kiểu C



Kiểu A, B



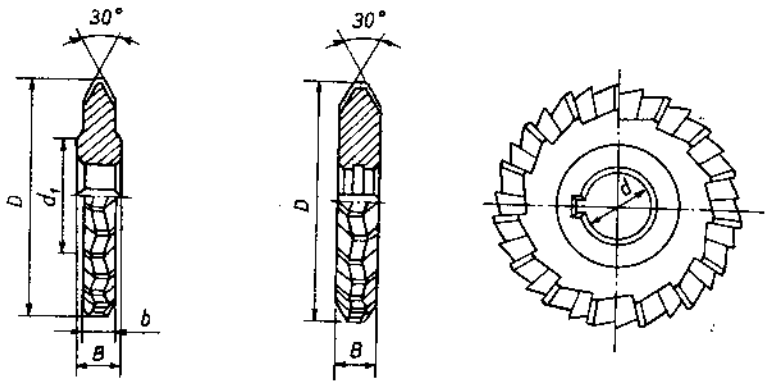
Kiểu C



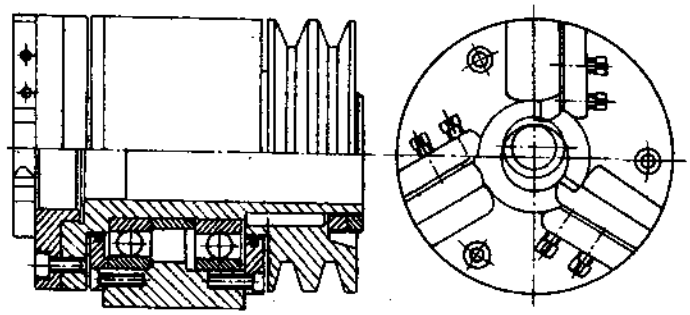
D	$L_{d\,ga}$	L theo bước												d	d_1	l
		1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0			
32	16	16	15	15											13	16	4
	20	20	19,5	19,5													
	25	25	24	24													
36	20	20	20	19,5	19,25	20											
	25	25	25	24	24,5	24									16	22	
	32	32	31,25	31,5	31,5	32	30	30									5
40	32	32	32,5	31,5	31,5	32	32,5	30									
	40	40	40	40,5	40,25	40	40	39									
50	32			31,5	31,5	32	30	30	31,5	32					22	30	6
	40			40,5	40,25	40	40	39	38,5	40							
	50			49,5	49	50	50	48	49	48							
63	40			40,5	40,25	40	40	39	38,5	40	40,5	40			32	42	10
	50			49,5	49	50	50	48	49	48	49,5	50					
	63			63	63	62	62,5	63	63	60	63	60					
80	50			49,5	49	50	50	48	49	48	49,5	50			40	52	
	63			63	63	62	62,5	63	63	60	63	60					
	80			79,5	78,75	80	80	78	77	80	76,5	80					
100	63					62	62,5	63	63	60	63	60	60,5	60	50		
	80					80	80	78	77	80	76,5	80	77	78			
	100					100	100	99	98	100	99	100	99	96			

Bảng 4-144. *Dao phay ren đĩa dùng để phay ren hình thang,mm*

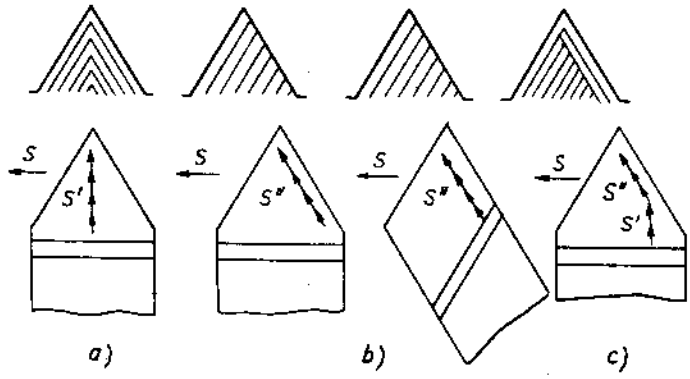
Cho P = 2 ÷ 10mm Cho P =1 2 ÷ 24mm



Bước ren P	D	b	B	d*	d_1	Chiều sâu phay
2	80	3	5	22	40	1,25
3		3	5			1,75
4		4	6			2,25
5		5	8			3,0
6		6				3,5
8		8	10			4,.5
10		10	12			5,5
12						6,5
16	100		14	27		9,0
20			16			11,0
24			18			13,0

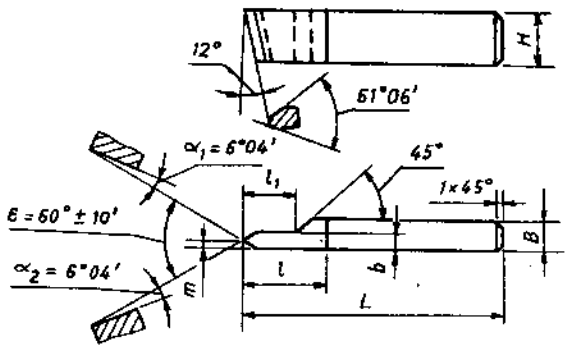


Hình 4-33.*Đầu cắt ren "Gió lốc" để cắt ren ngoài.*



Hình 4-34. *Sơ đồ cắt khi tiện ren*
S - chạy dao hướng trục; S' - chạy dao hướng kính
S'' - chạy dao nghiêng theo góc (tạo nên prôphin ren)

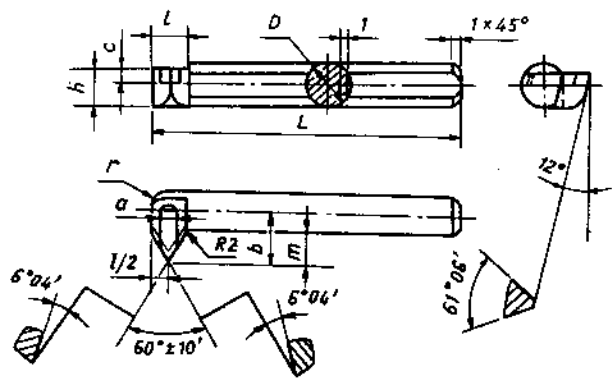
Bảng 4-145. *Các kích thước của dao tiện ren ngoài hệ mét, mm.*



P	B	H	L	l	l1	b	m
2	10	16	125	25	15	6	1,5
3	12	20		30	20	8	2
4	16	25	150	35	25	10	2,5

P. Bước ren lớn nhất

Bảng 4-146. *Các kích thước của dao tiện ren trong hệ mét, mm.*



D	L	*l*	b	h	m
8	140	20	5	6,5	4
10					
12	150		6	8	5
15	220	25	9	10	8
20	250	30	14	15	12
25	280	35	18	20	15
30	300			25	

Khi cắt ren bằng các loại dao lược khác nhau thì cần phải gá đặt dao sao cho tạo nên góc $\varphi' = 0^0 30' \div 1^0$.

Góc nghiêng của mép dao λ được mài trên chiều dài l_1 của tarô, bàn ren và dao hình lược để định hướng phoi (loại trừ các dụng cụ dùng để cắt ren ở các lỗ sâu và thô).

Trị số góc sau và góc trước được giới thiệu trong bảng 4-147 và 4-148.

Ở các tarô không có rãnh thì $\lambda = 9 \div 12^0$; ở bàn ren và dao lược dùng cho đầu cắt ren thì $\lambda = 1 \div 2^0$.

Bảng 4-147. *Góc sau α của dụng cụ cắt ren.*

Dụng cụ	Góc sau α
Tarô máy và tarô đai ốc	$10 \div 12^0$
Tarô tay	$6 \div 8^0$
Tarô dùng cho hợp kim nhẹ	
Lỗ thủng	$5 \div 8^0$
Lỗ tắc	$3 \div 4^0$
Bàn ren tròn	$10 \div 12^0$
Dao lược tiếp tuyến	$8 \div 10^0$
Dao phay đĩa	$5 \div 8^0$
Dao phay lược	$8 \div 10^0$

Bảng 4-148. *Góc trước γ của dụng cụ cắt ren (độ).*

Vật liệu gia công	Ta rô	Bàn ren	Dao lược tròn	Dao lược tiếp tuyến
Thép mềm	12 - 10	20 - 25	25	
Thép có độ cứng trung bình	8 - 10	15 - 20		
Thép cứng	5		20	
Gang và đồng	0 - 5	10 - 12	10	
Đồng thau	10	20	25	
Hợp kim nhẹ	16 - 25	25	25	30
Thép tự động	10		25	
Thép hợp kim			25	20
Thép dụng cụ	5	12	15	
gang dẻo	8	20	20	

VIII. Dụng cụ cán ren.

Cán ren dùng cho các kim loại có độ bền $\sigma_B \leq 850$ MPa và độ cứng ≤ HRC 37.

1. Dụng cụ để cán ren ngoài.

Các phương pháp cán ren chính được sử dụng trong ngành chế tạo máy và phạm vi sử dụng được giới thiệu trong bảng 4-149.

a - Bàn cán ren phẳng được dùng trên máy cán ren thường và máy cán ren tự động. Bàn cán ren làm việc theo bộ, có hai chiếc: một bàn không chuyển động, còn một bàn thực hiện chuyển động tịnh tiến qua lại. Hướng của góc nâng ren trên bàn cán ngược lại với hướng ren được cán.

Kích thước của bàn cán ren hệ mét có đường kính từ 1,6 ÷ 27mm được giới thiệu ở bảng 4-150. Kích thước của các bàn cán để cán ren có đường kính nhỏ hơn 1,6mm và lớn hơn 27mm phụ thuộc vào loại máy và được xác định cho từng trường hợp cụ thể.

Bàn cán ren phẳng khi cán các ren trên các sản phẩm có $\sigma_B \leq 600$ MPa thường được chế tạo bằng thép X12M; X12Φ1.

Khi cán ren trên các sản phẩm có $\sigma_B \leq 850$ MPa thì bàn cán được chế tạo bằng thép 6X6B3MΦC có độ cứng HRC 57 ÷ 60.

Bàn cán ren phẳng có thể tạo ren đạt chính xác cấp 6.

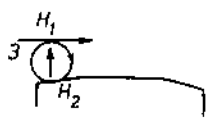
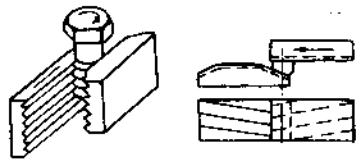
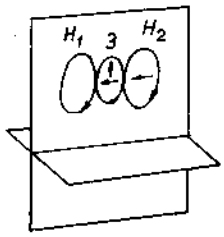
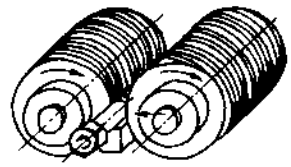
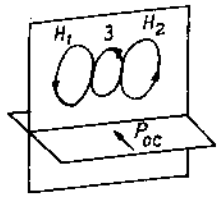
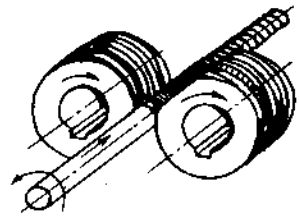
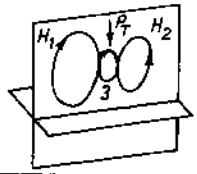
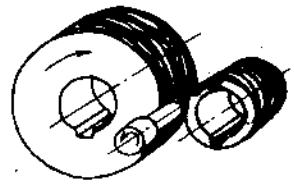
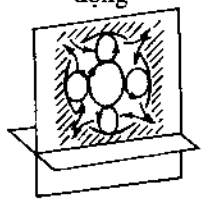
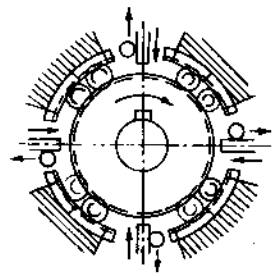
Bộ phận cơ bản, quyết định quá trình tạo hình ren khi cán là phần cán tạo hình.

Trên bàn cán chuyển động (hình 4-35a), đối với ren có bước <1mm, người ta phay các đầu mối ren trên suốt cả chiều dài song song với mặt đáy, còn đối với ren có bước 1,25mm và lớn hơn, thì người ta phay phần cán tạo hình dưới một góc $\varphi = 0^0 7' \div 0^0 21'$.

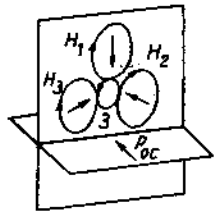
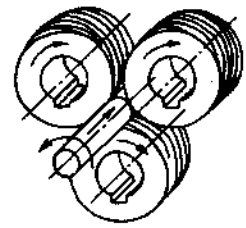
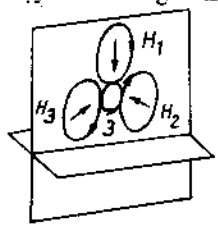
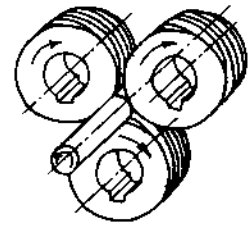
Để làm tốt việc giữ phôi trên phần cán tạo hình của bàn cán *l*, bắt đầu với ren có bước 1,25mm, người ta làm các rãnh ngang có bước 3÷4mm và sâu 0,3 ÷ 0,4mm.

Chế độ cán ren bằng bàn cán phẳng:

Bảng 4-149. *Các phương pháp cán ren ngoài và phạm vi ứng dụng.*

Phương pháp cán	Sơ đồ	Phạm vi ứng dụng
Cán phẳng 		Ren kẹp chặt có đường kính tới 35mm; ren trên các vít gỗ.
Cán bằng quả cán,chạy dao hướng kính 		Ren hệ mét có độ chính xác nâng cao có đường kính từ 2 ÷ 100mm
Cán bằng quả cán chạy dao hướng trục 		Ren hệ mét và ren hình thang, độ chính xác bình thường, có chiều dài cán bất kỳ.
Cán bằng quả cán chạy dao hướng tiếp tuyến 		Ren kẹp chặt có đường kính từ 1 ÷ 10mm
Trục cán quay,các mảnh dải quạt không chuyển động 		Ren kẹp chặt có đường kính tới 10mm

(tiếp bảng 4-149)

Phương pháp cán	Sơ đồ	Phạm vi ứng dụng
Cán bằng ba quả cán chạy dao hướng trục 		Ren kẹp chặt có đường kính từ 4÷ 33mm (sử dụng đầu cắt ren không tự mở)
Cán bằng ba quả cán chạy dao hướng kính 		Ren kẹp chặt có đường kính từ 2 ÷ 52mm (sử dụng đầu cắt ren tự mở)

Chú thích: H_1 ; H_2 ; H_3 - dụng cụ cán; 3 - phôi; P_{oc} - lực chạy dao hướng trục; P_T - lực chạy dao hướng tiếp tuyến.

Bảng 4-150. *Các kích thước của bàn cán ren.(hình 4-35)*

Đường kính ren được cán	B	H	Chiều dài bàn cán	
			Bàn cán động L	Bàn cán tĩnh L_1
1,6; 1,8; 2,0	16; 25	25	60	55
2; 2,2; 2,5; 3, 0; 3,5	16; 25; 32		60; 85	55; 78
4; 4,5; 5; 5,5	25; 32; 40		85; 125	78; 110
6; 7	25; 32; 40	25; 32	125; 170	110; 150
8; 9; 10	32; 40; 50	32; 40	170; 220	150; 200
10; 11; 12	50; 63; 80	40; 45	220; 250	200; 230
14; 15; 16; 17; 18	40;50; 63; 80	45; 50	250; 310	230; 285
18; 20; 22; 24; 26; 27	50; 63; 80;100	50	310; 400	285; 375

Chú thích:

1-Sai lệch giới hạn của chiều dài L, chiều cao H, chiều rộng B bàn cán lấy theo h14.

2-Hiệu số giữa các kích thước B của bàn cán động và bàn cán tĩnh trong bộ không được vượt quá dung sai IT8.

3-Sai lệch giới hạn của bước giữa hai mối ren bất kỳ ± 0,03 mm trên chiều dài 25mm.

4-Sai lệch giới hạn hướng của đầu mối trên chiều dài 100mm không được vượt quá ± 0,03 mm.

5- Sai lệch cho phép về độ song song giữa bề mặt chứa các đỉnh ren và bề mặt tỳ trên suốt cả chiều rộng của bàn cán không được vượt quá 0,0 mm; trên chiều dài dưới 170mm là 0,03mm; trên chiều dài lớn hơn 170mm đến 250 mm là 0,05mm; trên chiều dài lớn hơn 250mm đến 400mm là 0,07mm.

Chế độ cán ren bằng bàn cán phẳng:

Tốc độ cán trung bình (m/ph) và tần số quay của phôi vòng/phút được tính theo công thức: $V = \frac{2ln}{1000}$ $n_1 = \frac{L_{kh}.n}{\pi.d_2}$;

Trong đó: L_{kh}- chiều dài của bàn cán động, mm

d_2 - đường kính trung bình của ren được cán, mm

l - đường chạy của bàn cán, mm

n - số hành trình kép trong một phút.

Lực cán khi cán bằng bàn cán phẳng:

- Thành phần hướng kính (prôphin ren tiêu chuẩn)

$$P_R = 0{,}72.\frac{l_p H_1 \sqrt{t_B(2r - H_1)}}{P\cos\alpha / 2\cos\omega}(HB + 2)$$

- Thành phần tiếp tuyến (theo prôphin mẫu)

$$P_T = (0{,}15 \div 0{,}18)P_R \ ;$$

Ở đây: l_p - chiều dài ren được cán, mm

H_1 = chiều cao prôphin.

r - bán kính phôi, mm

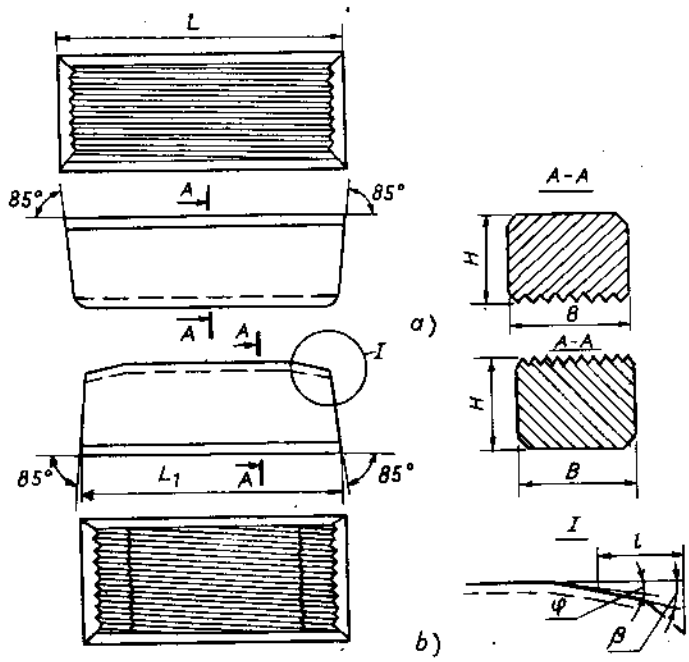
P - bước ren, mm

α - góc prôphin ren, độ (^{0})

ω - góc nâng của bề mặt xoắn vít ren, độ (^{0})

HB - độ cứng của vật liệu theo Brinen.

t_B - chiều sâu ren, mm



Hình 4-35. *Bàn cán ren*

b - Cán bằng quả cán ren, chạy dao hướng kính được dùng cho ren hệ mét có đường kính 3 ÷ 68mm và bước ren 0,5 ÷ 6,0mm. Việc cán ren được tiến hành trên máy cán ren bằng một bộ quả cán gồm hai quả cán. Đường tâm của quả cán song song với đường tâm phôi, phôi quay tự do và dịch chuyển theo hướng kính của một trong hai quả cán.

Ren trên quả cán có ren phải để cán ren trái (một hoặc nhiều đầu mối) và có ren trái để cán ren phải (một hoặc nhiều đầu mối).

Số đầu mối dao động từ 2 đến 52, số đầu mối lớn hơn phụ thuộc vào đường kính ren nhỏ và bước ren nhỏ hơn.

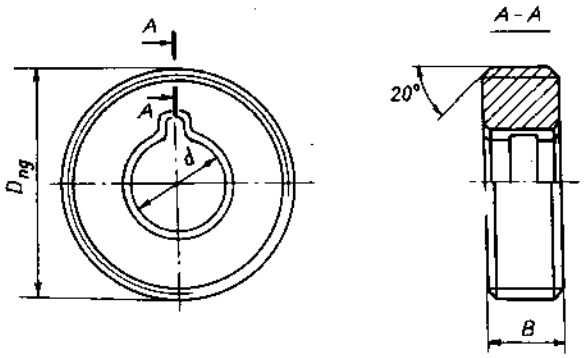
Thường thường người ta chế tạo quả cán ren theo hai cấp chính xác: có độ chính xác cao và độ chính xác bình thường.

Kích thước quả cán (hình 4-36) dao động trong khoảng:

D_{ng} = 75 ÷ 207mm; B = 25 ÷ 125mm; d = 45 ÷ 100mm.

Quả cán cấp chính xác 1 bảo đảm tạo ra ren có vùng dung sai không thấp hơn 4h, quả cán cấp chính xác 2 tạo ra ren có vùng dung sai không thấp hơn 6h.

Sai lệch cho phép về kích thước của quả cán được giới thiệu ở bảng 4-151.



Hình 4-36. *Quả cán ren.*

Quả cán ren thường được chế tạo bằng thép X12M; X6BΦ; X12Φ1 đối với các sản phẩm có độ cứng HB 160 - 200 và bằng thép 6X6B3MΦC đối với các sản phẩm có độ cứng HB 370 - 400.

Khi cán ren có đường kính < 3mm người ta dùng các đầu cán ren chuyên dùng trên các máy cán ren.

- Chế độ cán bằng quả cán. Lượng chạy dao hướng kính có thể chọn theo bảng 4-152; số vòng quay của phôi sau thời gian tạo prôphin ren cho trong bảng 4-153.

Tốc độ cán phụ thuộc vào vật liệu gia công: với đồng thau 100 - 200 m/ph; thép mềm: 80 - 100 m/ph; thép có độ cứng trung bình: 40 - 50 m/ph; thép cứng 15 - 20 m/ph; hợp kim titan 12 - 14 m/ph.

Lực cán của ren hệ mét được tính theo công thức:

$$P_R = 3{,}5\sqrt{\frac{\sigma_T^3}{E}\frac{D_{ng}}{D_{ng}+d_1}}d_1\left(a+\frac{d_{ph}-d_1}{\cos\alpha/2}\right)k$$

$$P_T = 0{,}08P_R$$

Ở đây: P_R - lực hướng kính , N;

σ_T - giới hạn chảy của kim loại tại thời điểm cán, MPa;

D_{ng} - đường kính ngoài của quả cán, mm

E - môđun đàn hồi của kim loại, MPa.

d_1 - đường kính trong của ren được cán, mm.

a - chiều rộng rãnh ren, mm.

d_{ph} - đường kính phôi, mm

α - góc prôphin ren, (^{0})

K - số đầu mối ren được cán

P_T - lực tiếp tuyến tại thời điểm phôi quay quanh tâm, N

Bảng 4-151. *Sai lệch cho phép các thông số quả cán ren, mm*

Các thông số	Sai lệch cho phép, quả cán cấp chính xác cấp	
	1	2
- Bước giữa 2 đầu mối bất kỳ trên chiều dài 25 mm đối với :		
P ≤1,5mm	±0,015	±0,025
P > 1,5 mm	±0,020	±0,030
- Đường kính ngoài	±0,500	±0,500
- Độ côn theo đường kính trung bình đối với:		
B ≤ 50mm	0,030	0,060
B > 50mm	0,040	0,060
- Độ đảo của đường kính trung bình và đường kính ngoài của ren so với tâm lỗ	0,030.	0,080
- Độ đảo mặt đầu so với tâm lỗ trên đường kính 100mm	0,020	0,030
- Hiệu số đường kính ngoài hai quả cán trong một bộ	0,040	0,200
- Hiệu số đường kính trung bình hai quả cán trong một bộ	0,040	0,015
- Sai số nửa góc prôphin ren đối với		
P ≤ 0,6	±40'	±55'
P > 0,6 ÷ 0,75	±35'	±50'
P >0,75 ÷ 1,0	±30'	±45'
P > 1,0 ÷ 1,50	±25'	±40'
P > 1,50	±20'	±30'

Bảng 4-152. *Lượng chạy dao hướng kính khi cán ren bằng quả cán.*

Bước ren mm	Vật liệu phôi cán					
	Hợp kim nhôm	Đồng đồng thau	Thép có σ_B, MPa			
			400	500	700	900
	Lượng chạy dao hướng kính S, mm/vòng phôi.					
0,2 - 0,5	0,03	0,02 - 0,1	0,02-0,1	0,02-0,1	0,02-0,07	0,02
0,5 - 0,8	0,05	0,03-0,16	0,03-0,15	0,025-	0,02-0,07	0,02
1,0	0,085	0,06-0,15	0,06-0,15	0,12	0,035-0,09	0,025
1,5 - 1,75	0,1	0,08-0,17	0,08-0,17	0,06-0,1	0,05-0,12	0,035
2 - 3	0,1	0,1-0,2	0,1-0,25	0,08-0,15	0,05-0,17	0,045
				0,1-0,25		

Bảng 4-153. *Số vòng quay của phôi sau thời gian tạo prôphin ren, vòng/phút.*

Bước ren mm	Vật liệu phôi cán				
	Hợp kim nhôm	Đồng đồng thau	Thép có σ_B, MPa		
			500-700	700-900	> 900
1,0 - 1,5	4 - 6	6 - 8	10 - 12	14 - 18	20 - 30
1,75 - 3	6 - 8	8 - 10	14 - 18	20 - 30	30 - 40

c - Cán ren bằng đầu cán ren được thực hiện trên các máy tiện ren vít thông thường, máy khoan, máy tiện tự động.

Được dùng phổ biến nhất là các loại đầu cán ren hướng trục tự mở để cán các ren ngoài có góc ren nhọn, sắc (theo mẫu của Nga ký hiệu ВНГН) và để cán các ren ngoài hình thang (ВНГН - Tpan).

Các đầu cán ren có kết cấu khác nhau để cán các loại ren một hay nhiều đầu mối, phải hoặc trái trên phôi đặc hoặc rỗng. Các quả cán đều có phần tạo hình ren và phần sửa đúng. Bộ quả cán có bước ren giống như bước ren cần cán của bất kỳ đường kính ren nào trong một phạm vi đường kính nhất định. Các quả cán trong một bộ được phân biệt bằng số thứ tự, xác định bằng lượng dịch chuyển của ren tới mặt đầu của quả cán, lượng dịch chuyển này thay đổi liên tiếp trên mỗi quả cán để bảo đảm gia công liên tục đường xoắn vít trên chi tiết gia công.

Để cán ren trái thì cần có thân của đầu cán chuyên dùng có vị trí ngược lại so với khi cán ren phải.

Để bảo đảm chạy dao của đầu cán dọc theo trục của chi tiết và để ngăn ngừa sai lệch prôphin của ren được cán, đường tâm của trục cán quay đi so với tâm của chi tiết một góc β gần bằng góc nâng của ren:

$$\beta = \omega = \text{arctg}\frac{P}{\pi d_2}$$

Ở đây: P - bước ren, mm; d_2 - đường kính trung bình của ren, mm

Theo quan hệ với đường kính, bước và dạng ren người ta chọn đầu cán ren theo bảng 4-154 (D_H - đường kính quả cán).

Đường kính phôi để cán lấy gần đúng bằng đường kính trung bình của ren gia công.

Đường kính tham khảo của phôi cán ren đối với ren hệ mét cho trong bảng 4-155.

Với ren có bước lớn và vật liệu có tính dẻo cao, thì đường kính phôi được chọn gần giống với kích thước lớn nhất (bảng 4-155) - Với những phôi bằng vật liệu có độ dãn dài tương đối $\delta > 50\%$, đường kính của phôi cán có thể vượt quá kích thước lớn nhất trong bảng.

Đường kính phỏng chừng của phôi để cán ren hình thang được tính theo công thức: $d_{ph} = \sqrt{\frac{1}{2}\left(d^2 + d_1^2\right)}$

Trong đó : d - đường kính ngoài của ren, mm

d_1 - đường kính trong của ren, mm

Đối với ren hệ mét và ren hình thang, đường kính cuối cùng của phôi d_{ph} được xác định bằng phương pháp cán thử.

Ở đầu các phôi có chiều dài 2 - 2,5 bước ren cần phải vát góc 10^0 so với trục phôi.

Chú ý: khi sử dụng đầu cán không cho phép cán ren đường kính ngoài của sản phẩm, vì làm như vậy sẽ dẫn đến vỡ hỏng quả cán.

Bảng 4-154. *Đầu cán ren.*

Loại đầu cán	Ký hiệu ren	$D_{đầu}$	Loại đầu cán	Ký hiệu ren	$D_{đầu}$
ВНГН - 2	M4	18,3	ВНГН-5Б	Tr 30x3;Tr32x3	94,5
	M5	19,5	ВНГН-5БМ	M36x3;M39x3	89,2
	M6;M7	18,4	ВНГН-5БМ Trái	M30;M33	95,9
	M8x0,75;M9x0,75;M10x0,75 M11x0,75	40,4	ВНГН-5Б Trái	M36;M39	90,5
	M12x0,75	36,2		M42;M45	85,0
	M14x0,75;M16x0,75			M48;M52	80,0
	M8x1;M9x1;M10x1 M11x1;M12x1	40			
ВНГН - 3М ВНГН-3М Trái	M14x1;M15x1;M16x1	36,0	ВНГН thang 1 ВНГН thang 1М ВНГН thang 1trái ВНГН thang 1М trái	Tr 22x5 Tr24x5	87.5
	M8x1,25;M9x1,25;M12x1,25	40,3			
	M10;M11	40,9			
	M12x1,25;M14x1,25;M16x1,5	35,9			
	M12	39,9			
	M14;M16	36,9			
ВНГН - 4М ВНГН-4М Trái	M16x1;M18x1;M20x1;M22x1	69,9	ВНГН thang 2	Tr 26x5	100,3
	M16x1,5;M18x1,5;M20x1,5; M22x1,5	69,8 63,0		Tr28x5	
	M24x1,5;M27x1,5	71,3	ВНГН thang 2М ВНГН thang 2 trái ВНГН thang 2М trái	Tr 30x6 Tr32x6 Tr34x6	99.4
	M16	64,8			
	M24x2;M27x2	69,7			
	M18;M20;M22; M24;M27	64,6			
ВНГН-5А ВНГН- 5АМ ВНГН-5АTrái ВНГН- 5АМ Trái	M30x1,5;M33x1,5	90,0	ВНГН thang3	Tr36x6; Tr38x6	93,4
	M35x1,5;M36x1,5;M39x1,5	89,0			
	M30x2;M33x2	94,0	ВНГН thang 3М ВНГН thang 3 trái ВНГН thang 3М trái	Tr40x6;Tr42x6	89,4
	M36x3;M39x3	89,0			
	M42x3;M45x3	83,0			
	M48x3;M52x3	77,0			
	Tr34x3;Tr36x3	90,3	ВНГН thang 4 ВНГН thang 4М trái	Tr16x4 Tr20x4	67,8
	Tr42x3	82,4			
	Tr30x3;Tr32x3	94,3			

Bảng 4-155. *Đường kính phôi để cán ren hệ mét, mm*

d×P	d	d×P	d	d×P	d
4×0,7	3,523 - 3,433	12×1,25	11,16-11,04	30×3,5	27,67-27,46
5×0,8	4,456 - 4,361	12×1,0	11,32-11,21	30×2	28,66-28,49
6×1	5,324 - 5,212	14×2	12,66-12,5	30×1,5	28,99-28,84
7×1	6,324 - 6,212	14×1,5	12,99-12,85	33×3,5	30,67-30,46
8×1,25	7,160 - 7,042	14×1	13,32-13,21	33×2	31,66-31,49
8×1	7,324 - 7,212	16×2	14,66-14,5	33×1,5	31,99-31,84
8×0,75	7,491 - 7,391	16×1,5	14,99-14,85	36×4	33,34-33,12
9×1,25	8,160 - 8,042	16×1	15,32-15,21	36×3	34,0-33,8
9×1	8,324 -8,212	16×0,75	15,491-15,391	36×1,5	34,99-34,86
9×0,75	8,491 - 8,391	18×1,5	16,99-16,85	39×4	36,34-36,12
10×1,5	8,994 - 8,862	18×1	17,32-17,21	39×3	37,00-36,8
10×1	9,324 - 9,212	20×1,5	18,99-18,85	39×1,5	37,99-37,86
11×1,5	9,994 - 9,826	20×1	19,32-19,21	42×4,5	39,01-38,78
11×1	10,324 - 10,212	22×1,5	20,99-20,85	45×4,5	42,01-41,78
11×0,75	10,491 - 10,391	22×1	21,324-21,212	48×5	44,68-44,43
12×1,75	10,83 - 10,68	24×2	22,66-22,49	48×3	46,00-45,8
12×1,5	10,99 10,85	27×2	25,66-25,49	52×5	48,68-48,43
				52×3	50,00-49,8

Tốc độ cán được dùng V, công suất yêu cầu N_e và thời gian gia công cơ bản khi chiều dài ren $l_0 = 10d$ khi cán trên máy theo các mẫu thử cho trong bảng 4-156. Việc cán được tiến hành bằng đầu cán ren có ba quả cán bằng thép X12M (có dung dịch trơn nguội).

Trong trường hợp dùng máy có công suất lớn hoặc máy có chu kỳ làm việc tự động thì tốc độ cán có thể lên tới 70 - 80m/ph đối với ren hệ mét bước nhỏ và tới 25m/ph đối với ren hệ mét bước lớn và ren thang. Độ bền của quả cán giảm đi 2 - 3 lần nếu khi cán trên các đầu của phôi có sẵn các đường xoắn.

Bảng 4-156. *Chế độ cán ren hệ mét bằng đầu cán ren.*

Vật liệu gia công	Độ cứng HB	Thông số *	Ren					
			4×0,7	6×1	8×1,25	10×1,5	12×1,75	16×2
Thép xây dựng	260	v	25,1	37,7	50,3	62,8	47,1	50,3
		t_0	0,029	0,030	0,032	0,033	0,055	0,080
		N_e	0,89	1,91	3,18	4,76	4,49	5,08
		T	3540	1615	2190	1390	1110	1010
			(10700)	(6460)	(6000)	(5000)	(4440)	(4040)
Thép chống gỉ		v	25,1	37,7	50,3	62,8	60,3	50,3
		t_0	0,029	0,030	0,032	0,033	0,043	0,080
		N_e	0,81	1,74	2,90	4,36	4,88	4,65
		T	8080	3760	5120	3300	2650	2450
			(10700)	(7500)	(6000)	(5000)	(5360)	(7500)
Vật liệu gia công	Độ cứng HB	Thông số *	Ren					
			20×2,5	24×3	30×3,5	36×4	42×4, 5	48×5
Thép xây dựng	160	v	62,8	47,5	47,1	45,1	33,0	30,2
		t_0	0,080	0,127	0,171	0,286	0,373	0,480
		N_e	3,89	4,43	5,13	4,42	4,62	4,69
		T	6000	8000	8570	3300	5060	1970
			(6000)	(8060)	(8570)	(9380)	(13300)	(7880)

(tiếp bảng 4-156)

Vật liệu gia công	Độ cứng HB	Thông số *	Ren					
			20×2,5	24×3	30×3,5	36×4	42×4, 5	48×5
Thép xây dựng	180	v	50,2	47,5	37,7	35,6	33,0	30,2
		t_0	0,100	0,127	0,214	0,286	0,373	0,480
		N_c	4,39	4,99	4,62	4,99	5,20	5,27
		T	6000	7900	8910	3940	1320	460
			(6000)	(7900)	(10700)	(11900)	(5280)	(1840)
	200	v	50,3	37,7	37,7	28,3	26,4	24,1
		t_0	0,100	0,160	0,214	0,360	0,467	0,60
		N_c	4,89	4,39	5,13	4,40	4,62	4,69
		T	7500	7930	2900	1400	430	135
			(7500)	(7930)	(10700)	(5600)	(1720)	(540)
	160	v	62,8	60,3	47,1	45,2	33,0	30,1
		t_0	0,080	0,100	0,171	0,225	0,373	0,480
		N_c	4,47	5,15	4,69	5,15	4,22	4,27
		T	6000	6250	8570	9380	11900	3890
			(6000)	(6250)	(8570)	(9380)	(13330)	(12000)
Thép chống gỉ	180	v	62,8	47,5	47,1	35,6	33,0	30,2
		t_0	0,080	0,127	0,171	0,286	0,373	0,480
		N_c	5,03	4,56	5,27	4,56	4,75	4,83
		T	6000	7900	8570	9430	3320	1210
			(6000)	(7900)	(8570)	(11900)	(13320)	(4840)
	200	v	50,3	47,5	37,7	35,6	26,4	24,1
		t_0	0,100	0,127	0,214	0,286	0,467	0,600
		N_c	4,47	5,07	4,69	5,07	4,24	4,28
		T	7500	8000	7050	2960	1150	300
			(7500)	(8060)	(10700)	(11840)	(14600)	(1200)

*v - m/ph ; t_0 - ph ; N_c - kW ; T - tuổi bền, phút.

Chú thích: 1-Khi cán ren trên thép hợp kim, tốc độ cán được dùng khác với tốc độ chỉ ra trong bảng, < 20%.

2- Trong dấu ngoặc là tuổi bền của quá cán bằng thép 6X6B3CMΦ

2. Dụng cụ để cán ren trong.

Các ren có đường kính từ 1 ÷ 36mm được thực hiện bằng tarô không phoi, còn các ren có đường kính lớn hơn thì cán bằng đầu cán ren. Ren có đường kính 100mm và lớn hơn thì đầu tiên người ta tiện bằng dao tiện hoặc phay tạo hình ren để tiếp theo cán bằng đầu cán ren.

Tarô tay- máy không phoi được chế tạo theo các kích thước chỉ ra trong bảng 4-158; 4-159 và 4-160.

Tarô không phoi được dùng để tạo bề mặt ren trong các lỗ có độ cứng của vách HB ≤ 140. Tarô không phoi được dùng cho các lỗ sâu trong trường hợp khi gia công ren lỗ đó cho phép tăng đoạn thoát dao ren lên so với các lỗ ren thông thường.

Tarô được chế tạo bằng thép gió dùng cho lỗ thông và lỗ tắc.Tarô tay- máy có đường kính lớn hơn 12mm và tarô đai ốc có đường kính lớn hơn 10mm được chế tạo bằng cách hàn ghép nối chuôi.

Tarô không phoi dùng cho các ren hệ mét được chế tạo theo các cấp chính xác H1; H2; H3; H4; G1; G2.

Tuỳ theo cấp chính xác của ren được cán , người ta chọn ta rô theo các cấp chính xác như sau:

Cấp chính xác của ren được cán	4H5H	5H6H	6H	6H;7H	6G	6G;7G
cấp chính xác của ta rô không phoi	H1	H2	H3	H4	G1	G2

Cấp chính xác của ren chỉ ra có thể đặt được trên máy có độ chính xác và độ cứng vững tiêu chuẩn, có dùng mâm cặp, bảo đảm tự định tâm tarô theo lỗ.

Đường kính lỗ trước khi cán ren được tính theo công thức:

$$d_{tt} = \sqrt{d_0^2\left(0.5 - \frac{0.3849d_0}{p} + \frac{0.5773d_2}{P}\right) + d_1^2\left(0.5 + \frac{0.3849d_1}{P} - \frac{0.5773d_2}{P}\right)}$$

Trong đó:

d_0-đường kính ngoài của tarô, mm;

d_1-đường kính trong của ren được cán, mm;

d_2-đường kính trung bình của ren được cán, mm;

P- bước ren, mm.

Đường kính tính toán của lỗ trước khi cán ren có thể được lấy phỏng chừng. Trị số chính xác của đường kính, được lấy theo cấp chính xác của ren đã cho (4H5H; 5H6H; 6H; 7H; 6G; 7G). Các thông số của tarô ren không phoi được giới thiệu ở bảng 4-157.

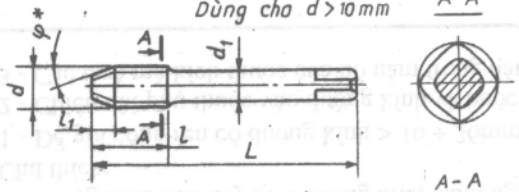
Bảng 4-157. *Điều kiện cán ren bằng ta rô không phoi.*

Vật liệu gia công	Tốc độ cán m/ph	Dung dịch trơn nguội
Nhôm; hợp kim nhôm	22 - 30	Ký hiệu B31; axit ôlêic; sunphorêzôn
Đồng	15 - 22	Ký hiệu B32-K; sunphorêzôn
Đồng thau	10 - 15	Ký hiệu B29; sunphorêzôn
Thép	8 - 10	Ký hiệu B35; axit ôlêic; sunphorêzôn

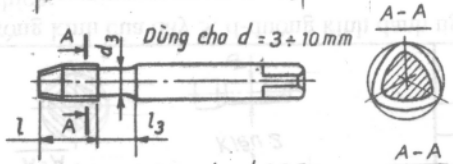
Bảng 4-158. *Ta rô không phoi, tay - máy (bước lớn), mm*

Kiểu 1

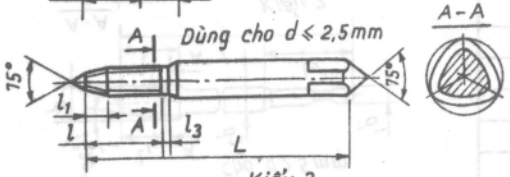
Dùng cho d > 10mm



Dùng cho d = 3 ÷ 10mm



Dùng cho d ≤ 2,5mm



Kiểu 2

Dùng cho d ≥ 5mm



d theo dãy 1	d theo dãy 2	P	L	l	l_1, cho lỗ Thông	l_1, cho lỗ Tắc	d_1	d_3	l_3
1	1,1	0,25	36	6	1,5	0,75	2,24		4,5
	1,2*								
	1,4	0,3	40	7	1,8	0,9	2,24		5
1,6	1,8	0,35	40	8	2,1	1,0	2,24		5
2		0,40	40	8	2,4	1,2	2,5		5,5
2,5	2,2	0,45	45	10	2,7	1,35	2,8		6,0
3,0		0,5	48	12	3,0	1,5	3,15	2,12	7,0
	(3,5)	0,6	50	12	3,6	1,8	3,55	2,5	7,0
4,0		0,7	52	12	4,2	2,1	4,0	2,8	8,0
	4,5	(0,75)	52	10	4,5	2,2	4,5	3,15	8,0
5,0		0,8	55	10	4,8	2,4	5,0	3,55	9,0
6,0		1,0	65	12	6,0	3,0	6,3	4,5	11,0
	7*	1,0	65	12	6,0	3,0	7,1	5,3	11,0
8,0		1,25	70	15	7,5	3,8	8,0	6,0	13,0
	9*	(1,25)	70	15	7,5	3,8	9,0	7,1	14,0
10		1,5	80	18	9,0	4,5	10,0	7,5	15,0
	11*	(1,5)	70	18	9,0	4,5	8		
12		1,75	90	20	10,5	5,2	9		
14		2	95	24	12,0	6,0	11,2		
16		2	100	24	12,0	6,0	12,5		

* Đường kính dãy thứ 3; d-đường kính danh nghĩa của ren; P-bước ren.

Chú thích:

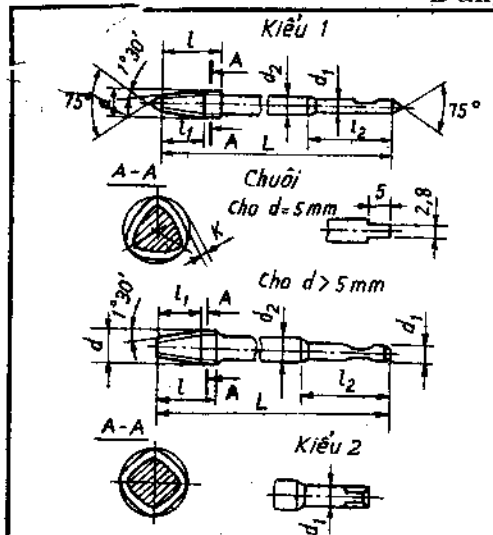
1 - Để gia công ren có đường kính > 16 ÷ 36mm, tarô tay - máy không phoi được chế tạo chỉ có các bước nhỏ (mịn):2;1,5;1;0,75;0,5mm.

2 - Chiều dài phụ thuộc vào đường kính và bước ren, dao động: L = 80 ÷ 140 và l = 8 ÷ 24mm.

3 - Các tarô mà kích thước của nó nằm trong dấu ngoặc thì không được dùng.

4 - Với lỗ thông $\varphi = 4^0\ 30'$; với lỗ tắc $\varphi = 9^0$.

Bảng 4-159. *Kích thước tarô không phoi đai ốc (bước lớn), mm*



d, theo dãy								
1	2	P	L	l	l_1	l_2	d_1	d_2
3		0,5	70;120	10	7		2,24	2,24
	3,5	(0,6)	80;120	12,0	7		2,5	2,5
4		0,7	90;160	14	10	20	2,8	2,8
	4,5	(0,75)	100;160		11		3,15	3,30
5		0,8	110;180	16	12		3,55	3,6
6							4,5	4,5
	7*	1,0	120;200	20	15	22	5,6	5,6
8		1,25					6,3	6,3
	9*	(1,25)	140;220	25	18	25	7,1	7,1
10		1,5					8,0	8,0
	11*	(1,5)	160;250	30	22			9,0
12		1,75		36	26	32	9,0	9,3
	14	2,0	180;280	40	29		10	
16		2,0	200;320	40	29	40	12,5	12,9

* Đường kính của dãy 3; d-đường kính danh nghĩa của ren; P-bước ren.

Chú thích:

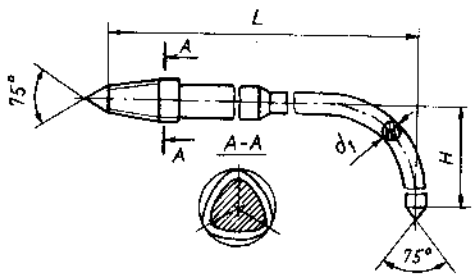
1 - Để gia công ren có đường kính > 16 ÷ 36mm, tarô đai ốc không phoi được chế tạo chỉ có các bước nhỏ (mịn):2;1,5;1;0,75;0,5mm.

2 - Chiều dài phụ thuộc vào đường kính và bước ren,trong khoảng: L = 200 ÷ 360mm và l =16 ÷ 40mm.

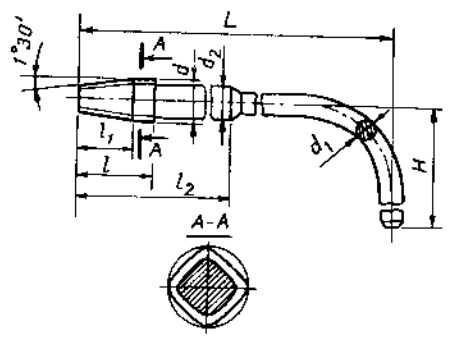
3 - Các tarô mà kích thước của nó nằm trong dấu ngoặc thì không được dùng.

Bảng 4-160. *Kích thước ta rô không phoi đai ốc có chuôi cong (bước lớn), mm*

Cho d ≤ 8 mm



Cho d > 10 mm



d , theo dãy		P	L	l	l_1	l_2	d	d_1
1	2							
	0,5	135	55	10	7		2,24	
		140	25					
4	0,7	135	55	14	10		2,8	
		140	25					
5	0,8	135	55	16	12		3,6	
		140	25					
6	1,0	135	55	20	15		4,4	
		200	45					
8	1,25	165	80	25	18	100	5,5	6,3
		200	45			150		
10	1,50	165	80	30	22	100	7,3	8,0
		200	45			150		
12	1,75	250	115	36	26	160	9,0	9,3
		300	60			240		
(14)	2,0	250	115	40	29	160	10,5	10,9
		300	60			240		
16	2,0	250	115	40	29	160	12,5	12,9
		300	60			240		

Chú thích: d-đường kính danh nghĩa ủa ren; P-bước ren.

1 - Để gia công ren có đường kính > 16 - 36mm, tarô đai ốc không phoi được chế tạo chỉ có các bước nhỏ (mịn):2;1,5;1;0,75;0,5mm.

2 - Chiều dài phụ thuộc vào đường kính và bước ren,khoảng L = 300 ÷ 420mm; H = 60 ÷ 100mm và l = 20 ÷ 40mm.

3 -Trong dấu ngoặc là đường kính của dãy 2.

IX. Dụng cụ dạng hạt (dụng cụ mài).

Dụng cụ hạt được dùng phổ biến trong công nghệ mài. Tuỳ theo dạng vật liệu mài được sử dụng mà người ta phân biệt các dụng cụ mài bằng kim cương, enbo, côrun điện, cacbit silic và các dụng cụ khác.

1. Vật liệu mài và phạm vi ứng dụng.

a - Corun điện thường:

13A dùng làm hạt mài trên chất kết dính hữu cơ;

14A dùng làm hạt mài trên chất kết dính hữu cơ và kêramic (gốm), trên nền vải nhám và để gia công dưới dạng hạt tự do.

15A dùng làm hạt mài trên chất kết dính kêramic, trong đó có hai cấp chính xác AA, A và dùng làm hạt mài trên nền vải ráp.

b - Corun điện trắng:

23A; 24A; 25A để làm các đá mài, vải ráp và dùng dưới dạng tự do.

25A dùng chất kết dính kêramic, có hai cấp chính xác AA và A.

c -Corun điện chứa crôm:

33A; 34A dùng làm hạt mài trên chất kết dính kêramic, vải ráp và dùng để gia công hạt tự do.

Ngoài ra còn các loại khác như corun điện chứa titan (37A), corun điện chứa zirioni (38A), spherô corun, thuỷ tinh kỹ thuật, corun (92E) thường để làm các dụng cụ gia công bằng hạt có chất dính kết là kêramic để gia công thép và các loại vật liệu dẻo như kim loại mầu, cao su, chất dẻo, da v... v.

Đặc biệt corun (92E) còn để làm các bột mài mịn để đánh bóng các chi tiết bằng thuỷ tinh và kim loại.

d - Các loại cacbit silic:

Cacbit silic đen (53C; 54C; 55C), ccbit silic xanh (63C; 64C) dùng để làm các dụng cụ để gia công bằng hạt mài, vải ráp và dùng để gia công hạt tự do.

Cacbit bo để chế tạo bột, bột nhão dùng cho các nguyên công đánh bóng.

e - Nitrit bo dạng khối (enbo) dùng làm các dụng cụ gia công bằng hạt trên các chất dính kết hữu cơ, kêramic, kim loại; dùng làm vải ráp, làm bột nhão để gia công tinh.

f - Kim cương thiên nhiên:

A8 để làm các dụng cụ khoan và sửa đúng, cũng như các dụng cụ để gia công đá.

A5; A3; A1; A2 được tạo ra dưới dạng hạt mài để chế tạo đá mài với chất dính kết kim loại, tạo ra loại cưa đĩa và các dụng cụ liên quan đến gia công điện hoá.Chúng được dùng để mài thuỷ tinh kỹ thuật, kêramic đá, bê tông.

AM và AM5 được dùng chế tạo các loại bột nhão để nghiền và đánh bóng các chi tiết máy và các dụng cụ bằng thép tôi cứng, thuỷ tinh,

vật liệu bán dẫn và các loại khác.

AH dùng cho các dụng cụ bột nhão để nghiền và đánh bóng các các vật liệu cứng, siêu cứng, khó gia công, các loại vật liệu gốm, corun, đá cứng v... v.

i - Kim cương nhân tạo:

AC2 dùng cho các loại dụng cụ có chất dính kết hữu cơ, phục vụ các nguyên công gia công tinh và đánh bóng khi gia công hợp kim cứng và thép.

AC4 dùng để làm đá mài có chất dính kết hữu cơ và kêramic, dùng để mài hợp kim cứng, gốm sứ và các loại vật liệu giòn khác.

AC6 và AC15 được dùng khi làm việc trong điều kiện tải trọng nặng nề.

AC20 và AC32 dùng làm các dụng cụ trên chất dính kết kim loại làm việc trong điều kiện nặng khi khoan, cắt đá, mài "khôn", dùng làm bút sửa đá.

AC50, APC3 dùng cho các dụng cụ làm việc trong các điều kiện cực nặng như khi khoan cắt đá gra-nít, gia công gốm sứ, thuỷ tinh v. v.

Các loại ACM, ACH, ACM5, ACM1 được dùng để chế tạo các dụng cụ thuộc về bột nhão để nghiền, đánh bóng các chi tiết và dụng cụ bằng thép đã tôi cứng, cũng như các hợp kim cứng, gốm sứ, thuỷ tinh.Chúng cũng còn được dùng làm bột nhão để đánh bóng các chi tiết trong công nghiệp điện tử.

2. Độ hạt và thành phần của vật liệu mài.

Vật liệu từ các vật liệu mài tự nhiên và nhân tạo đều được chia ra các nhóm theo kích thước của hạt. Thường người ta chia làm 4 nhóm: hạt mài (200 - 160μm); bột mài (125 - 40μm); bột mài mịn (63 - 14μm) và bột mài rất mịn (10 - 3μm).

Tập hợp các hạt mài nằm trong một khoảng kích thước xác định, được gọi là một phần riêng. Phần riêng nào trộn lẫn theo khối lượng, thể tích hoặc số lượng hạt thì được gọi là phần cơ bản (phần gốc).

Ký hiệu số về độ hạt còn có quan hệ với tỷ số phần trăm của gốc nên người ta thêm vào một chữ cái ký hiệu như trong bảng 4-161.

Thí dụ: ký hiệu độ hạt 40 có chứa các phần gốc khác nhau theo các chữ ký hiệu П; Н; Д là 40П, 40Н và 40 Д (theo tiêu chuẩn Liên xô trước đây).

Ngoài phần gốc ra, vật liệu mài có chứa các hạt mà kích thước của nó có thể khác với khoảng kích thước của hạt đã xác định của phần gốc.

Người ta chia ra thành các phần riêng biệt: phần nhỏ, phần phức hợp, phần gốc, phần to, phần giới hạn.

Đặc tính cụ thể của tập hợp các hạt mài được biểu hiện bằng kích thước của hạt thuộc phần gốc thì gọi là độ hạt. Tuỳ theo nhóm vật liệu, người ta đưa ra các độ hạt sau:

a - Hạt mài và bột mài là 0,1 kích thước của mắt sàng về phía

ánh sáng tính theo μm, trên đó các hạt thuộc phần gốc được giữ lại. Thí dụ: 40; 25; 16 (phù hợp theo 400; 250 ; 160μm).

b - Bột mài mịn theo giới hạn trên kích thước hạt của phần gốc có bổ sung chữ ký hiệu M. Thí dụ: M40; M28; M10 (phù hợp theo 40; 28; 10μm).

c - Bột mài kim cương - phân số có tử số là kích thước mắt sàng phía trên, còn mẫu số là kích thước mắt sàng phía dưới của phần gốc. Thí dụ: 400/250; 400/315; 160/100; 160/125.

Bảng 4-161. *Tỷ lệ nhỏ nhất của phần gốc vật liệu mài, %*

Ký hiệu	Độ hạt				
	200 - 8	6 - 4	M63-M28	M20-M14	M10-M5
B			60	60	55
П	55	55	50	50	45
H	45	40	45	40	40
f	41		43	39	39

Bảng 4-162, *Thành phần hạt của bột mài kim cương*

Độ hạt		Phần khối lượng hạt %			
Phạm vi	Phạm vi	Phần to không lớn hơn		Phần gốc không nhỏ hơn	
rộng	hẹp	Phạm vi rộng	Phạm vi hẹp	Phạm vi rộng	Phạm vi hẹp
2500/1600	2500/2000				
	2000/1600	8		90	
1600/1000	1600/1250				
	1250/1000	8		90	
1000/630	1000/800		8		90
	800/630	8	10	90	80
630/400	630/500		10		80
	500/400	10	10	80	80
400/250	400/315		10		80
	315/250	10	10	80	80
250/160	250/200		10		80
	200/160	10	12	80	80
160/100	160/125		12		80
	125/100	12	12	75	80
100/63	100/80		12		75
	80/63	13	13	75	75
63/40	63/50		13		75
	50/40	15	15	75	75

Bảng 4-163. *Kích thước hạt mài và bột mài, μm*

Độ hạt	Kích thước mắt sàng		Độ hạt	Kích thước mắt sàng	
	Qua sàng	Giữ lại ở sàng		Qua sàng	Giữ lại ở sàng
200	2500	2000	25	315	250
160	2000	1600	20	250	200
125	1600	1250	16	200	160
100	1250	1000	12	160	125
80	1000	800	10	125	100
63	800	630	8	100	80
50	630	500	6	80	63
40	500	400	5	63	50
32	400	315	4	50	40

Bảng 4-164. *Kích thước của bột mài mịn và siêu mịn, μm*

Độ hạt	Kích thước hạt của phần gốc	Độ hạt	Kích thước hạt của phần gốc
M63	63-50	M14	14-10
M50	50-40	M10	10-7
M40	40-28	M7	7-5
M28	28-20	M5	5-3
M20	20-14		

Bảng 4-165. *Kích thước hạt mài và bột mài enbo, μm*

Độ hạt kiểm tra bằng sàng	Kích thước mắt sàng	
	Qua sàng	Giữ lại ở sàng
Л20	250	200
Л16	200	160
Л12	160	125
Л10	125	100
Л8	100	80
Л6	80	63
Л5	63	50
Л4	50	40

d - Bột kim cương mịn và siêu mịn - phân số có tử số là kích thước lớn nhất, còn mẫu số là kích thước nhỏ nhất của hạt mài thuộc phần gốc. Thí dụ, 40/28; 28/20; 10/7;

Hạt mài và bột mài enbo tuỳ thuộc vào phương pháp kiểm tra. Khi kiểm tra bằng sàng thì đó là kích thước mắt sàng. Thí dụ : Л20; Л16; Л10. Khi kiểm bằng kính quang học thì phân số giống như hạt mài và bột kim cương. Thí dụ: 250/200; 200/160; 125/100.

Yêu cầu về thành phần hạt mài trong các loại vật liệu mài đều phải tuân theo tiêu chuẩn: thành phần hạt mài bằng bột kim cương cần phải tuân theo tiêu chuẩn đã xác định trong bảng 4-162.Vật liệu mài được tạo ra các độ hạt cho trong bảng 4-163 đến 4-165.

Tỷ lệ phần trăm phần có kích thước lớn của bột kim cương theo khối lượng không được vượt quá 0,1%, còn phần có kích thước nhỏ không được lớn hơn 2%.

Đối với các mác A1; A2; A3; AC2; AC4; AC6 có độ hạt 400/315 và phần nhỏ hơn phần gốc không được nhỏ hơn 70%; phần lớn hơn phần gốc không lớn hơn 15%.

Khi ký hiệu bột mài, người ta chỉ ra mác của vật liệu mài và độ hạt của nó. Thí dụ: từ kim cương nhân tạo ta có bột mài AC6 160/125; bột mịn ACH40/28; bột siêu mịn ACM5 0,5/0,1. Trong bảng 4-166 giới thiệu phạm vi ứng dụng của các dụng cụ hạt mài, enbo và kim cương có các độ hạt khác nhau.

Bảng 4-166. *Phạm vi sử dụng các dụng cụ hạt mài có độ hạt khác nhau*

Độ hạt của dụng cụ		Phạm vi sử dụng
Mài thường	Kim cương	
M40 - M5	1/0 40/28 - 5/3	Để mài bóng các chi tiết chính xác đặc biệt. Mài bóng lần cuối các chi tiết có độ chính xác 3÷5 μm và nhỏ hơn, độ nhám bề mặt R_a= 0,16÷ 0,02 μm. Nghiền, khôn tinh. Mài ren bước nhỏ.
8;6	63/50-50/40	Mài tinh và mài mỏng các chi tiết bằng hợp kim cứng, kim loại, thuỷ tinh và các vật liệu phi kim loại khác.Mài bóng dụng cụ cắt,mài ren bước nhỏ, khôn tinh xác.
12;10	125/100-80/63	Mài tinh và mài mỏng các chi tiết có độ nhám bề mặt R_a= 0,63 ÷ 0,16 μm. Mài tinh kim cương, mài dụng cụ cắt, khôn phá (thô).
25;20;16	200/160-125/100	Mài tinh các chi tiết, mài dụng cụ cắt,mài phá bằng kim cương, mài prôphin đạt độ nhám bề mặt R_a =1,25 ÷ 0,16 μm. Mài vật liệu giòn.
40;32	315/250-250/200	Mài thô và mài tinh các chi tiết có độ nhám bề mặt R_a = 2,5 ÷ 0,32 μm. Mài sắc dụng cụ cắt.
50;63		Mài thô tròn ngoài, trong,vô tâm, phẳng có độ nhám bề mặt R_a = 2,5 ÷ 0,63μm;. Gia công tinh kim loại và vật liệu phi kim loại. Mài vật liệu dẻo. Mài sắc các dao tiện lớn và trung bình. Cắt đứt. Mài sửa, hiệu chỉnh dụng cụ.
125;100 80		Sửa đá mài. Mài phá phôi sau khi đúc, rèn dập, cán và hàn.

3. Chất dính kết của các dụng cụ hạt và độ cứng của chúng.

A - Chất dính kết.

Một chất hay tổng hợp một số chất, được dùng để giữ chặt các hạt mài và chất độn trong dụng cụ hạt được gọi là chất dính kết.Phần độn trong chất dính kết được dùng để tạo cho dụng cụ có tính cơ lý cần thiết, có tính công nghệ và tính sử dụng . Chất dính kết ảnh hưởng đến phần nổi hình học của bề mặt làm việc của dụng cụ, đến độ mòn của dụng cụ và độ nhám của bề mặt gia công.

a - Chất dính kết keramic

K1; K2; K3; K4; K5; K6; K8; K10 dùng cho tất cả các dạng mài cơ bản, ngoài ra còn cắt các rãnh kẹp, gia công phá.

K2; K3 dùng cho các dụng cụ bằng cacbit silic; K2 - dùng cho các dụng cụ có độ hạt nhỏ.

K1; K5; K8 - dùng cho các dụng cụ bằng corun điện.

b - Chất dính kết bakêlit

Б; Б1; Б2; Б3; Б4; БУ; В156; ВГ2 dùng cho các loại đá có các yếu tố bền để mài ở tốc độ cao 65; 80 và 100m/s; đá dùng để mài phá bằng tay hoặc trên các máy mài treo; đá mài mặt phẳng bằng mặt đầu, đá cắt đứt và cắt rãnh, đá mài sắc dụng cụ, đá để mài các bề mặt không liên

tục; đá có hạt mịn để mài tinh; đá kim cương và enbo; thanh đá để mài khôn các mảnh đá để làm việc ở tốc độ 80 m/s.

c - Chất kết dính vuncanit và chất kết dính bền chắc.

B; B1; B2; B3; B5; ГФ; ПФ; Э5; Э6 dùng cho đá mài vô tâm, đá mềm để đánh bóng và mài tinh trên chất dính kết B5; đá để cắt đứt, cắt rãnh, và mài rãnh, đá dùng cho một số nguyên công gia công tinh các prôphin (mài mặt cầu v...v); đá mài trên chất dính kết vuncanit B3 được chế tạo bằng phương pháp ép; các phiến mềm, dẻo trên chất dính kết B5; đá để đánh bóng có độ xốp cao trên chất dính kết ПФ; đá trên chất dính kết magiê, đá hạt mịn trên chất dính kết gliptan và có thêm chất độn graphit dùng để đánh bóng tinh lần cuối.

d - Chất dính kết kim loại dùng cho đá mài kim cương có độ bền mòn nâng cao, để gia công hợp kim cứng cũng như là đá để gia công điện hoá hạt mài.

e - Một số chất dính kết được chọn dùng cho đá kim cương:

- Chất dính kết hữu cơ có phần kim loại phụ độn Б156; БП2; ТО2 dùng để mài sắc các dụng cụ bằng hợp kim cứng, mài các prôphin, mài bán tinh và tinh các chi tiết bằng gốm sứ và bằng hợp kim cứng.

- Chất dính kết hữu cơ có chất độn khoáng chất Б1: 01 dùng để mài sắc tinh các dụng cụ bằng hợp kim cứng không có dung dịch trơn nguội, cũng như mài tinh các chi tiết bằng hợp kim cứng.

- Chất dính kết hữu cơ dùng cho hợp kim cứng không có lớp che phủ Б3; Б1; БР; Р9; Р14Е dùng để mài tinh và mài sắc các dụng cụ bằng hợp kim cứng.

- Chất dính kết kim loại năng suất cao МВ1; ПМ1 để mài sâu, mài tinh và mài sắc các dụng cụ và chi tiết bằng hợp kim cứng.

- Chất dính kết kim loại có độ chịu mòn cao М1; МК; М15 dùng để mài prôphin và mài tinh các chi tiết cũng như mài sắc các dụng cụ bằng hợp kim cứng.

- Chất dính kết kêramit К1 để mài và mài sắc các dụng cụ cắt khi gia công hợp kim cứng gắn với chuôi thép hoặc chuôi côn.

- Chất dính kết dẫn điện hữu cơ БП3 và kim loại МВ1; ПМ1; МК; М1 để mài điện hóa hợp kim cứng, các loại thép môlipđen, thép vonpham và các loại thép và hợp kim khác.

B - Độ cứng của dụng cụ hạt.

Độ cứng của dụng cụ hạt là đại lượng đặc trưng cho tính chống lại phá hủy sự liên kết giữa chất dính kết và hạt mài khi giữ nguyên đặc tính của dụng cụ trong một giới hạn tiêu chuẩn xác định.

Độ cứng được đánh giá bằng các chỉ tiêu xác định theo phương pháp đo. Các cấp độ cứng của dụng cụ hạt được quy định như sau:

BM1 và BM2 - rất mềm.

M1; M2; M3 - mềm.

CM1; CM2 - mềm trung bình.

C1; C2 - trung bình.

CT1; CT2; CT3 - cứng trung bình
T1; T2 - cứng
BT - rất cứng
Ч T - đặc biệt cứng

Số 1; 2; 3 đặc trưng cho sự tăng độ cứng trong cùng một cấp độ cứng.

Phạm vi ứng dụng các loại độ cứng khác nhau như sau:

Đá mềm và mềm trung bình M2 ÷ CM2 để mài phẳng bằng đá mặt đầu (chất dính kết bakêlit), chu vi đá (chất dính kết kêramit) để mài các phôi và mài sắc dụng cụ bằng hợp kim cứng, bằng gốm sứ, bằng thép cacbon và thép hợp kim đã tôi, cũng như để mài các kim loại và hợp kim mầu.

Đá mềm và mềm trung bình M2 ÷ CM2 dùng để mài tinh (tròn ngoài, vô tâm, tròn trong, mặt phẳng...) các phôi liệu bằng thép đã tôi, cũng như để mài ren có bước lớn.

Đá trung bình và cứng trung bình C2; CT2 dùng để mài (ngoài, vô tâm, prôphin ren) các phôi bằng thép cacbon, thép hợp kim không tôi, hợp kim, gang và các kim loại dẻo khác; để mài phẳng bằng các thanh mài hình dải quạt, mài khôn bằng các thanh đá.

Đá cứng trung bình và cứng CT2 ÷ T2 dùng để mài phá, bóc vỏ, để mài prôphin và các bề mặt không liên tục, các phôi có đường kính nhỏ; để lấy đi bavia, rìa khi mài vô tâm, mài khôn thép đã tôi.

Đá rất cứng và cứng đặc biệt BT ; Ч T dùng để sửa lại các viên đá mài bằng phương pháp cán và mài; dùng để mài các chi tiết của các thiết bị có khối lượng vật liệu nhỏ (cơ cấu đồng hồ), mài viên bi để làm vòng bi.

4. Cấu trúc của dụng cụ mài và nồng độ tương đối của vật liệu mài.

Tỷ số thể tích của vật liệu mài, chất dính kết và các lỗ rỗ trong dụng cụ hạt xác định cấu trúc của dụng cụ. Người ta ký hiệu cấu trúc bằng số. thay đổi độ Φ_a của vật liệu mài 2% thì sẽ chuyển từ số hiệu có cấu trúc C_Y này sang số hiệu khác có công thức: $C_Y = 0,5(62 - \Phi_a)$.

Để mài phá, khi cần lấy lớp lượng dư lớn (khi gia công thô các vật liệu có sức bền thấp) người ta thường dùng các vật liệu mài có số hiệu cấu trúc cao.

Để gia công tinh, gia công các vật liệu cứng, giòn, khi cần nâng cao tải trọng riêng trong vùng mài, người ta dùng đá có số hiệu cấu trúc thấp.

Việc lựa chọn cấu trúc của dụng cụ hạt được giới thiệu trong bảng 4-167.

Dụng cụ hạt có độ hạt 125 ÷ 80 thường được chế tạo có cấu trúc 3 và 4; độ hạt 50,40 có cấu trúc 5 và 6; độ hạt 25, 12 có cấu trúc 6 và 7.

Đá có số liệu cấu trúc cao được chế tạo có độ xốp cao: bọt xốp và

các đường mao dẫn giữa chúng được tạo nên bằng cách đốt cháy các chất tạo bọt hoặc là chất tạo khí.

Đặc điểm của đá có độ xốp cao được chỉ ra số hiệu về mác của chất tạo bọt, độ bọt, tỷ lệ và thể tích của nó, %.

Thí dụ: trong mác của đá mài 24A 16M28K5/ПСС 4015 chỉ ra rằng, chất tạo bọt là polistrirol, có ký hiệu chung là ПСС độ hạt 40, phần trăm thể tích của nó trong cả khối hạt mài khi ép chiếm 15%; đá corun điện mác 24A độ hạt 16, độ cứng M2; số hiệu cấu trúc 8, chất dính kết kêamit K5.

Bảng 4-167. *Phạm vi sử dụng các dụng cụ hạt có các số hiệu cấu trúc khác nhau.*

Số hiệu cấu trúc	Tỷ lệ thể tích vật liệu mài, %	Phạm vi ứng dụng
1 ÷ 3	60 ÷ 56	Mài các chi tiết có lượng vật liệu hớt đi nhỏ bằng các đá mài có chất dính kết bakêlit và kêramit
3 ; 4	56 ; 54	Cắt đứt, mài với lượng chạy dao lớn, tải trọng thay đổi, Mài vật liệu cứng và giòn.
5 ; 6	52 ; 50	Mài tròn ngoài, mài vô tâm, mài phẳng bằng chu vi đá các kim loại có độ bền cao.
7 ; 8	48 ; 46	Mài vật liệu dẻo có độ bền thấp. Mài trong, mài sắc dụng cụ, mài phẳng bằng mặt đầu của đá.
9 ÷ 12	44 ÷ 38	Mài tốc độ, mài prôphin bằng đá hạt mịn. Mài ren. Mài có kèm theo việc giảm nhiệt độ cháy trong vùng cắt.
14 ÷ 16	34 ÷ 30	Mài vật liệu phi kim loại, kim loại có độ dẫn nhiệt thấp (loại trừ vết cháy và rạn nứt)

Đối với các dụng cụ bằng vật liệu siêu cứng (kim cương và enbo) tỷ lệ thể tích của vật liệu mài chiếm khoảng 38 ÷ 12,5%, như vậy ta lấy tỷ lệ thể tích thực tế của vật kiệu mài theo mác tăng lên 4 lần và được ký hiệu ở dạng nồng độ theo %: 150; 125; 100; 75 và 50%.

5. Cấp chính xác của dụng cụ hạt.

Tuỳ theo các đại lượng đặc trưng của dụng cụ hạt trong các tài liệu kỹ thuật về tiêu chuẩn theo giới hạn sai lệch kích thước và vị trí, người ta xác định cấp chính xác của dụng cụ hạt.

Đá mài được chế tạo theo ba cấp chính xác: AA; A và Б. Đá mài cấp chính xác Б được dùng cho các loại vật liệu mài có tất cả các ký hiệu, đặc trưng cho hàm lượng của phần gốc: В, Б, Н và Д. Với đá mài cấp chính xác A thì có các ký hiệu В, П và Н, còn đá mài cấp chính xác AA thì chỉ có ký hiệu В, П tức là cao và nâng cao (tới 55% khi độ hạt 200 ÷ 4) hàm lượng các phần gốc. Các giá trị sai lệch giới hạn phụ thuộc vào kích thước danh nghĩa của dụng cụ theo đường kính ngoài D, chiều cao H, đường kính lỗ lắp ghép d.

6. Cấp không cân bằng của đá.

Tình trạng đá mài được đặc trưng bởi sự phân bố khối lượng mà trong thời gian quay làm xuất hiện tải trọng thay đổi trên các ổ đỡ trục chính của máy và uốn cong chúng, gọi là sự không cân bằng của đá. Khối lượng này gọi là khối lượng không cân bằng.

Tuỳ theo khối lượng không cân bằng cho phép đối với đá mài có chất dính kết kêramit, bakêlit, vunkanit và các chất hữu cơ người ta đưa ra 4 cấp không cân bằng của đá, ký hiệu bằng các chỉ số 1, 2, 3 và 4. Khối lượng không cân bằng cho phép cần phải thoả mãn các giá trị cho trong bảng 4-168.

Bảng 4-168. *Khối lượng không cân bằng cho phép của đá, g*

Khối lượng đá kg	Cấp không cân bằng			
	1	2	3	4
0,20 - 0,25	2,5	4,0	6,0	12,0
2,0 - 2,50	7,5	12,0	20,0	40,0
4,0 - 5,0	11,0	17,0	27,0	55,0
8,0 - 10,0	15,0	25,0	40,0	75,0
16,0 - 20,0	22,0	35,0	55,0	110,0
30,0 - 40,0	30,0	50,0	75,0	150,0
63,0 - 80,0	45,0	65,0	110,0	215,0
125,0 - 160,0	60,0	95,0	150,0	300,0
250,0 - 300,0	85,0	130,0	210,0	420,0
Chú thích: Giá trị trung gian được lấy cho phép ngoại suy các giá trị trong bảng.				

Khối lượng không cân bằng cho phép được kiểm tra trên thiết bị cân bằng tĩnh, mà bộ phận chính của nó là hai trục nhỏ hình trụ đặt song song với nhau, có cùng một đường kính. Độ nhám bề mặt của hai trục này cũng như của trục tâm cân bằng đều là $R_a = 2,5\mu m$.

Khi đóng mác theo các điều kiện ký hiệu của đá ta ghi cấp không cân bằng của đá (1, 2, 3, 4) vào sau trị số tốc độ làm việc của đá. Ví dụ: 35 m/s 1.K.A - đó là đá có tốc độ làm việc 35 m/s, cấp không cân bằng: 1 và cấp chính xác là A.

7. Dụng cụ hạt trên nền mềm.

Dụng cụ hạt trên nền mềm được tạo nên bằng cách quét lên một lớp vật liệu mài, được giữ chặt nhờ chất dính kết, được gọi là : vải nhám, giấy nhám.

Các loại vải nhám, giấy nhám được sản xuất dưới nhiều dạng khác nhau như: tấm, ống, băng, đĩa, mặt đầu, mặt côn v. v. với các kích thước khác nhau. Người ta chia ra loại nền giấy, vải, loại tổ hợp, loại sợi phibrô và các loại nền khác.

Tuỳ theo tính chất của chất dính kết và nền, người ta chia ra loại chịu nước và loại không chịu nước, chịu nhiệt và các loại khác.

Vải nhám, giấy nhám có thể có một lớp, hai lớp tuỳ theo số lớp vật liệu mài được quét trên một trong các mặt của nền đó.

Nếu lớp vật liệu hạt mài được phân bố trên cả hai phía của nền mềm thì loại vải nhám đó gọi là loại hai phía (hai mặt).

***8.* Phân loại và ký hiệu hình dạng của đá mài.**

Đá mài có công dụng chung được sản xuất bằng chất dính kết kêramit(K), bakêlit (Б) và vunkanit (В).Ký hiệu của chất dính kết và ký hiệu của vật liệu mài của đá mài được giới thiệu trong các tài liệu tiêu chuẩn kỹ thuật (các ký hiệu về đá mài trong sổ tay này là theo ký hiệu của Liên xô trước đây).

Loại và kích thước cơ bản của đá mài có công dụng chung được giới thiệu trong các bảng 4-169 ÷ 4-171.

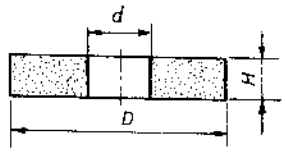
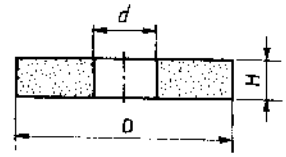
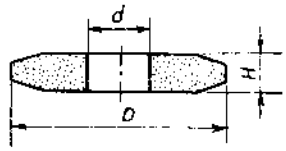
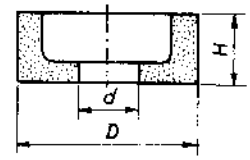
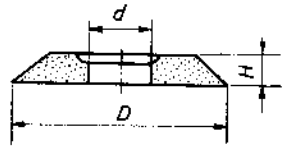
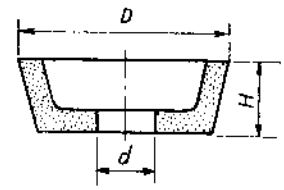
Phạm vi sử dụng của một số loại đá:

- Đá mài thẳng (ПП) là loại thông dụng, thường dùng phổ biến nhất là loại có đường kính < 150mm để mài trong (lỗ); từ 150 ÷ 500mm để mài sắc dụng cụ, từ 250 ÷ 1100mm để mài tròn ngoài; 250 ÷ 600mm để mài vô tâm, 200 ÷ 450mm để mài phẳng bằng chu vi đá; 150÷600mm để mài phá bằng tay; 100 ÷ 500mm để mài ren.

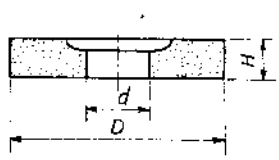
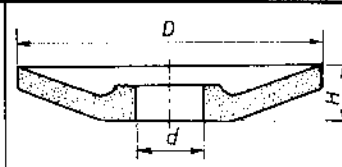
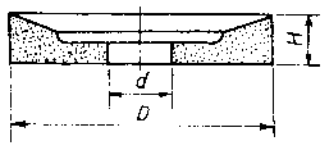
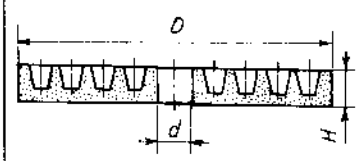
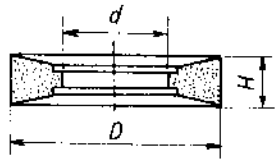
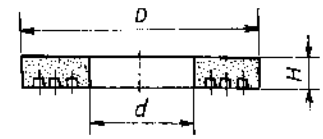
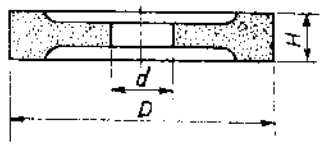
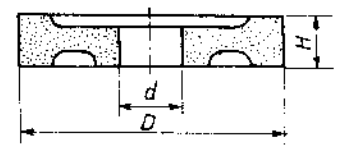
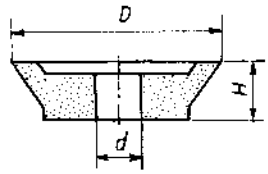
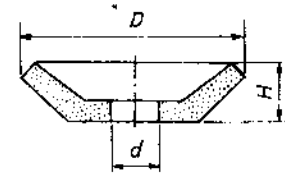
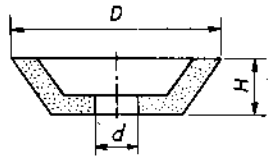
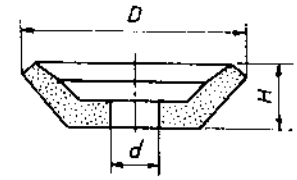
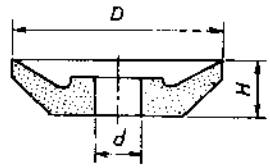
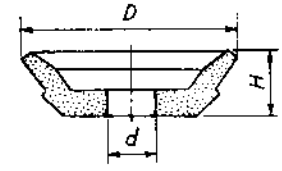
- Đá có vành lõm (ПВ, ПВК, ПВД , ПВ ДК) được sử dụng rộng rãi, thuận lợi khi đưa đá vào tiếp xúc với bề mặt gia công; có khả năng mài đồng thời mặt trụ và mặt đầu; giảm diện tích tiếp xúc của mặt đầu đá với bề mặt gia công khi gia công các vai trục, các mặt bích.

- Đá mài côn (2П, 3П) để mài ren, mài then, mài răng, mài sắc một số dụng cụ cắt và cưa.

Bảng 4-169. *Các loại đá mài có công dụng chung.*

Loại đá	Hình dạng đá	Loại đá	Hình dạng đá
ПП - prôphin thẳng		K -Mặt đầu	
2П - prôphin côn hai phía		Ч Hình cốc (hình chậu)	
3П- prôphin côn		ЧК - Hình chậu côn	

Tiếp bảng 4-169

Loại đá	Hình dạng đá	Loại đá	Hình dạng đá
1IB - Có vành lõm		1T - Hình đĩa	
1IBK - Có vành lõm côn		1IP - Chuyên dùng	
1IBДK - Có vành lõm côn hai phía		1IH - Có bộ phận ép kẹp chặt	
1IBД - Có vành lõm hai phía		1IBДC -Có vành lõm hai phía và moay ơ	
1TI1 - Hình đĩa		5TI1	
2 TI1		TI1	
4TI1		7TI1	

* Các kích thước của đá xem ở bảng 4-170 và 4-171.

Bảng 4-170. *Các kích thước cơ bản và đặc tính của đá mài, mm*

Loại đá	D	H	d	Vật liệu mài	Độ hạt
Đá có chất kết dính keramit					
1H1	3-25	1-40	1-68	2A; 4A; 9A	40-10
	32-125	2,5-100	6-51	2A; 4A; 9A; 5C; 6C	50-M28
	175-350	3,2-200	32-203	1A; 2A; 4A; 9A; 5C; 6C	50-M28
	400-1060	6-250	127-305	1A; 2A; 4A; 9A; 5C; 6C	50-M28
2H	250-500	10-32	76-203	2A;9A;6C	40-M28
3H	63-500	6-50	10-203	2A;5A;9A;6C	40-16
1HB	10-600	13-80	3-127	1A;2A;4A;9A;6C	50-6
1HBK	300-750	50-80	127-305	1A;2A	50-16
1HB,1	100-400	25-250	32-305	1A;2A;9A	50-16

Loại đá	D	H	d	Vật liệu mài	Độ hạt
Đá có chất kết dính keramit					
чш	40-300	25-100	13-150	2A; 6C	50-16
чК	50-300	25-150	13-150	2A; 4A; 6C	50-16
К	450-500	100;125	305;400	1A	50-16
Т,1Т	80-350	8-40	13-127	2A; 4A; 6C	40-16
1ТП;2ТП;4ТП; 5ТП;6ТП;7ТП	40-260	11-32	6-32	2A	40-16
Đá có chất kết dính bakelit					
1H1	125-350	6-50	32-127	1A; 5C; 6C	50-16
	400-900	40-200	127-305	1A; 5C; 6C	50-6
3H	100-300	6-13	20-127	1A	50-16
1HB	32	32	6;10	6C	M28
	750	80	305	1A	50-16
чш	50-250	32-100	13-127	1A	50-16
чК	50-175	25-63	13-32	1A; 2A; 5C; 6C	50-6
1	80-150	8-16	13-32	6C	12-6
К	200-500	100-125	160-400	1A;5C	50-6
1П	500-750	16	51;203	1A;5C	50-6
1Н	500;600	63;80	305	1A;5C	50-6
Đá cắt	100-400	2-4	20-32	1A;5C	50-16
Đá cắt , tốc độ đá 60-80m/s	50-1200	2-12	10-100	1A;5C	125-40
Đá cắt , tốc độ đá 60-80m/s dùng cho các máy mài cầm tay	180;230	3	22	1A;5C	125-50

Loại đá	D	H	d	Vật liệu mài	Độ hạt
Đá có chất kết dính bakelit để mài phá					
1H1	125-900	10-160	32-305	1A;3A;5C	200-63
1H1 Có tốc độ đá 65-80m/s	40-230	6-50	13-32	1A;5C	125-50
1HB	40-200	13-32	20-100	1A;5C	125-50
5П	125-230	2-10	22(20)	1A;5C	63-50
чш	80;125	40;63	65;100	1A;5C	125-50
чК	80;125	32;55	65;88;100	1A;5C	125-50
К	500;600	100;110;150	380;400;480	1A	125-63
2К	600	150	480	1A	125-63
Đá có chất kết dính vunkanit					
1H1	20-200	5-100	6-76	1A	40-8
	250-600	5-250	127-305	1A	40-8
1HB,1	300;350	100-250	127	1A	40-8
Cắt đứt	80-500	0,6-4	20;32	1A	50-8

D-đường kính đá; H-chiều cao; d-đường kính lỗ.

Bảng 4-171. *Các kích thước cơ bản và đặc tính của đá có chất dính kết bền vững, mm*

Loại đá	Chất dính kết	D	H	d	Vật liệu mài	độ hạt
ПП	Mềm B5 dùng cho các đá đánh bóng.	80-500	6-80	20-203	1A	40-16
	ПФ dùng cho đá đánh bóng có độ xốp cao.	125-350	20-50	32	6C	25-6
	vunkanit cho các đá được chế tạo bằng phương pháp ép.	35-600	16-63	10-305	1A;6C	5-M40
Tấm phẳng П	Mềm B5	300	10;20		1A	40-16
K	Magiê	350	125	280	1A+6C	25-6
Đĩa	Trên nền sợi không phải vật liệu vải	125-225		22;32	1A;6C	125-M40

Bảng 4-172. *Các kích thước cơ bản và đặc tính của đá mài enbo, mm*

Loại đá	D	H	d	Chất dính kết*	Độ hạt	Độ cứng
1A1-1	25-500	4-50	6-305	K	Л20-ЛМ5	CM2-CT1
1A1-2	100-250	5-20	20-127	O	Л20-ЛМ5	
1A1-2	200	3;5	32;76	M	ЛВМ16- Л6	
A8	1-22	1,6-25	0,5-8,0	K	Л20-ЛМ40	CM2-T2
1A2	400	20	127;160	K	Л20-ЛМ5	C1-CT1
1D1	60-500	10-20	13-305	K	Л12-Д6	CM1-CM2
1E1	25-150	8;10	8-51	K	Л12-Л6	CM1-CM2
1E6Q	75-500	6-13	20-305	K	Л16-Л5	CT3-T2
	350; 400	8;10	160;203	M	Л8-Л4	
1V1	100-250	8-20	32;76	K	Л12-Л6	CM2-C2
1R1	100	35	32	K	Л20-ЛМ5	CM1-C2
4V9	200;250	16;20	32;50,8	K	Л20-ЛМ5	CM1-C2
12R4	75-250	10-20	20;32	K	Л20-ЛМ5	CM1-C2
12R9	100-150	10-16	20-32	K	Л20-ЛМ5	CM1-C1
12V9	220-275	18-20	40;90	K	Л20-ЛМ5	CM1-C1
12A2-20°	50-125	10-11,5	10-32	O	Л20-ЛМ5	
	150-200	16-21,5	51	M	Л20-Л12	
12V5-20°	50-125	10-13	16-32	O	Л20-ЛМ2	
11A2	75-150	35;50	20;32	K	Л20-ЛМ5	C1-CT1
12V5-45°	125;150	32-41	32	O	Л20-ЛМ5	
12A2-45°	50-200	20-43	16-32	O	Л20-ЛМ5	
9A3	100-250	20-25	32;76	O	Л20-ЛМ5	
6A2	75-250	20-30	20-76	O	Л20-ЛМ5	
1F1X	35-300	10-16	10-127	K	Л20-ЛМ5	CT1-T2
14A1	75;100	6-13	20;32	O	Л20-ЛМ5	
14EE1X	50-400	5	16-203	O	Л20-ЛМ5	

*K - chất dính kết kêramit; O - hữu cơ; M - kim loại.

-Đá mài đặc biệt (chuyên dùng) để mài phá các mặt phẳng. Bề mặt rãnh của đá ПР làm giảm việc nung nóng chi tiết gia công. Đôi khi dùng để mài tinh trên các máy chuyên dùng.

-Đá đĩa (Д)dùng để mài các rãnh hẹp, sâu, cắt đứt và tạo rãnh, mài các dạng prôphin trên máy mài prôphin.

-Đá ngón (K) dùng để mài các mặt phẳng bằng mặt đầu đá. Kẹp đá vào mâm cặp nhờ chất dính kết.

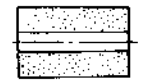
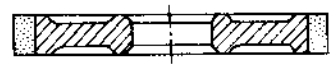
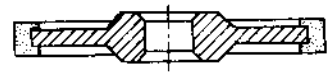
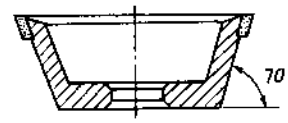
-Đá chậu hình trụ (ЧЦ) để mài sắc và mài bóng các dụng cụ cắt,

để mài phẳng và mài bên trong (thí dụ,mài các mặt dẫn hướng của chi tiết hộp hoặc thân máy).

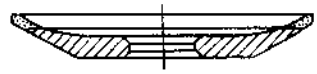
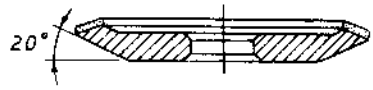
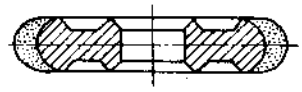
-Đá mài chậu hình côn (ЧК) -để mài và mài sắc dụng cụ, mài phẳng trong các trường hợp gia công bằng các dạng đá khác khó khăn.

- Đá mài đĩa (T) - để mài sắc và mài bóng các dụng cụ cắt nhiều lưỡi cắt, mài răng và mài thông thường.

Bảng 4-173. *Các hình dạng của đá mài kim cương.*

Loại	Hình dạng
A8	
1A1	
14U1	
6A2	
9A3	
11V9	
12V5	

(tiếp bảng 4-173)

Loại	Hình dạng
12A2	
12R4	
12V5	
12D9	
14EE1X	
1FF1X	

- Đá mài kim cương và đá mài enbo: tuỳ theo hình dạng của thân, hình dạng của lớp kim cương và enbo được phân bố, cũng như phụ thuộc vào sự thay đổi của phần thân mà ta đưa ra các ký hiệu hình dạng đá. Hai hoặc một chữ số đầu tiên (từ 1 đến 15) là ký hiệu hình dạng thân đá. Hai hoặc một chữ cái tiếp theo (A, AH, B...D, Đ, E, Ê, F, FF...V, Y) là hình dạng tiết diện của lớp kim cương. Hai hoặc một chữ số và chữ ký hiệu cuối cùng (1, 1P, 1R, 1V, 1X, 2,...10) là sự phân bố lớp hạt trên đá, còn các chữ B, C, H, T, M - chỉ ra sự thay đổi thân đá.

Thí dụ: ký hiệu hình dạng đá mài kim cương hoặc enbo 6A2C

6 - hình dạng thân đá.

A- hình dạng lớp hạt.

2 - sự bố trí lớp hạt.

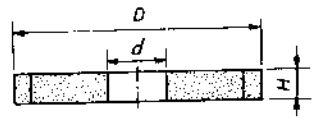
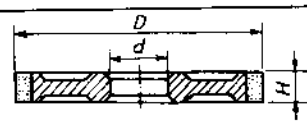
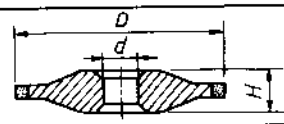
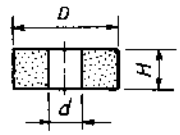
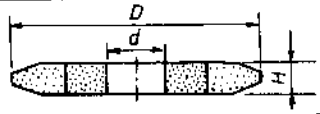
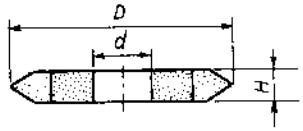
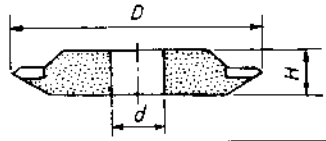
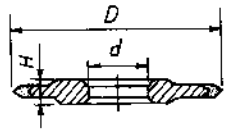
C - thay đổi thân đá.

Các loại đá mài enbo được giới thiệu ở bảng 4-174. Các kích thước và đặc tính của chúng ở bảng 4-172.

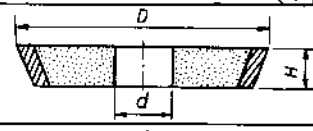
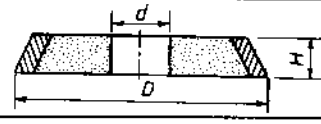
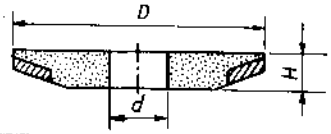
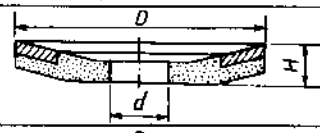
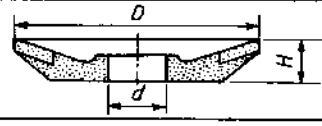
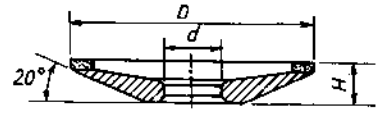
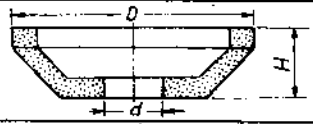
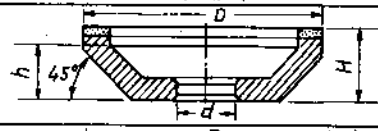
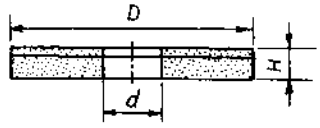
Bảng 4-175 giới thiệu các loại và kích thước của đầu dá. Hình dạng đá kim cương giới thiệu ở bảng 4-173.

Thí dụ ký hiệu đầu mài: AW8x1024A25-HCT16KA 35m/s trong đó: AW-loại đầu; 8-đường kính,mm; 10-chiều cao,mm; 24A-corun điện trắng; 25-H-độ hạt; CT1- cấp độ cứng; 6-số hiệu cấu trúc; K-chất dính kết kêramit; A-cấp chính xác; 35m/s-tốc độ làm việc.

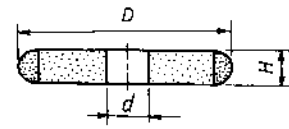
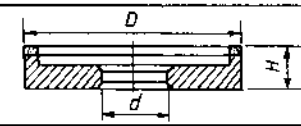
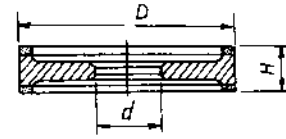
Bảng 4-174. *Các dạng đá mài enbo.*

Loại	Hình dạng đá
1A1-1-phẳng, thẳng. Chất dính kết kêramit	
1A1-2 - phẳng, thẳng	
12A1 - phẳng, thẳng	
A8 - phẳng, thẳng không có thân	
1D1 - phẳng,côn hai phía	
1E1 - phẳng, có prôphin hai phía	
1E6Q - phẳng, có prôphin hai phía	
14EE1X - phẳng, có prôphin hai phía	

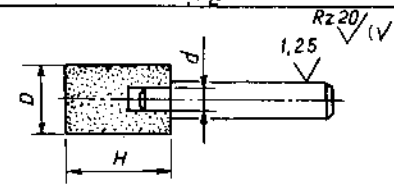
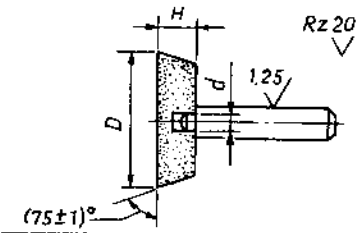
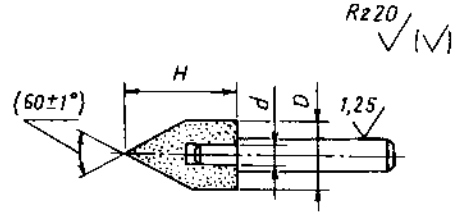
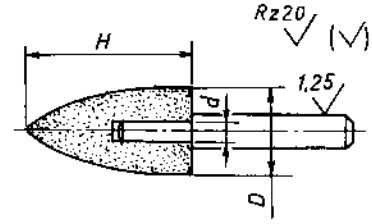
(tiếp bảng 4-174).

1V1 - phẳng, côn một phía	
1R1 - phẳng, côn một phía	
4V9 - prôphin	
12R9 - Đĩa	
12V9 - Đĩa	
12A2 - Đĩa	
12R4 - Đĩa	
12V5 - Đĩa	
11A2 - Chậu côn	
12A2-45 - Chậu côn	
12V5-45 - Chậu côn	
1A2 - phẳng, thẳng	

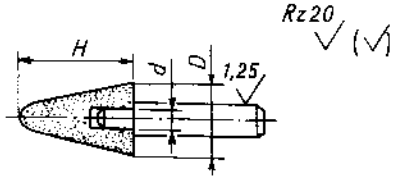
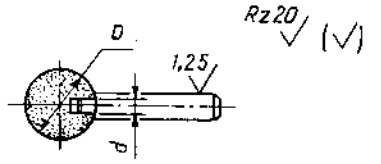
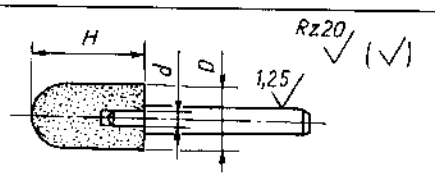
(tiếp bảng 4-174)

1F1X - phẳng, prôphin cong lồi	
6A2 -phẳng có vành lõm	
9A3- phẳng có vành lõm hai phía	

Bảng 4-175. *Các loại và kích thước cơ bản của đầu mài, mm*

Loại đầu	Hình dạng	D	H	d
AW - Trụ		3-40	6-60	1-13
DW - Góc		12-40	6-10	6
EW - Côn		10-32	25-50	3;6
F-1W - Hình vòm		6-38	10-50	2-10

(tiếp bảng 4-175)

KW - Côn có đỉnh lượn tròn		16-40	16-60	6;13
F-2W - Hình cầu		10-32		3;6
FW - Hình cầu có mặt cạnh bên hình trụ		16-25	20-32	6

9. Sửa dưng dụng cụ hạt (sửa đá).

Khả năng làm việc của dụng cụ hạt (đá mài) được xác định bằng khả năng thực hiện theo các điều kiện đã cho khi gia công phôi có các yêu cầu xác định. Các điều kiện đã cho ở đây được hiểu là: đặc tính của vật liệu gia công, các thiết bị công nghệ và chế độ cắt. Các yêu cầu xác định được hiểu là: các thông số độ nhám bề mặt, độ chính xác của kích thước đã cho, hình dạng bề mặt và vị trí tương quan của các bề mặt.

Các thông số về khả năng làm việc của dụng cụ hạt thường thay đổi theo thời gian. Việc phục hồi lại hình dáng hình học đã có và khả năng cắt của bề mặt làm việc của dụng cụ (đá) được gọi là sửa đá.

Như vậy sửa đá là quá trình phục hồi lại khả năng cắt , hình dáng hình học chính xác và prôphin tế vi ban đầu của bề mặt làm việc của đá mài.

Quá trình sửa đá mài có thể coi như là một quá trình gia công độc lập; lúc này đá mài trở thành chi tiết gia công, còn dụng cụ cắt là dụng cụ sửa đá kim cương hoặc hợp kim cứng).

Theo sơ đồ chuyển động tương đối giữa đá và dụng cụ sửa đá mài, người ta chia ra các phương pháp sau: tiện dọc, ngang; mài; lăn; cán.

Theo vật liệu của dụng cụ sửa đá, ta có các dụng cụ sửa đá bằng kim cương và các dụng cụ sửa đá bằng hợp kim cứng.

Theo hình dạng hình học , ta có các dụng cụ sửa đá sau: bút hình dao tiện, hình bút chì, hình kim, thanh, con lăn, hình đĩa, dạng đá mài tròn, quả cán, hình lược v. v.

Cũng có thể chia ra dụng cụ sửa đá loại nhiều hạt và loại một hạt.

Ngoài ra còn chia theo các dạng truyền dẫn năng lượng, như sửa theo phương pháp cơ học, phương pháp điện hoá, phương pháp điện tiếp

xúc và phương pháp hoá học.

Việc chọn phương pháp sửa và dụng cụ sửa phụ thuộc vào các yếu tố kỹ thuật, kinh tế và tổ chức.

Các dụng cụ sửa đá thường dùng được giới thiệu dưới đây:

-Bút kim cương: được chế tạo theo 4 loại là 01; 02; 03 và 04 có ba kiểu A, B, C.

01 - kim cương được bố trí theo mạch dọc trục của bút.

02 - kim cương được bố trí theo từng lớp.

03 - kim cương được bố trí theo mặt cầu.

04 - kim cương được bố trí không định hướng.

Kiểu A - hình trụ; B - có thân hình côn; C - bậc.

- Kim cương được kẹp trong đầu sửa đá: tuỳ theo hình dạng của gá kẹp mà ta chia ra làm 4 loại:

Loại I-hình trụ đường kính từ 6 ÷ 12 mm;

Loại II- hình trụ có đường kính đầu 10÷12mm;

Loại III - hình côn có độ côn B10 và B12;

Loại IV - có ren M10×1.

Kim cương trong đầu sửa đá này được dùng để sửa các loại đá mài có đặc tính khác nhau trong nguyên công mài lần cuối với yêu cầu độ nhám bề mặt: khi mài ngoài, khi mài trong, mài phẳng tiến dao ngang R_a = 0,16 ÷ 0,32 μm, còn khi mài chạy dao dọc thì R_a = 0,08 ÷ 0,16 μm, khi mài prôphin thì không hạn chế.

- Dao tiện kim cương bao gồm phần thân dao (giá dao) và tinh thể kim cương thường có hình 12 mặt, được kéo dài theo trục 3 và trục 4 của tinh thể. Dao tiện kim cương dùng để sửa đá mài trục vít trên máy mài răng, sửa đá mài ren, sửa đá mài prôphin trên các máy mài tròn, mài phẳng.

- Kim cương hình kim có trọng lượng kim cương từ 0,1 ÷ 0,3 kara, được lắp vào giá đỡ có đường kính 6; 8 và 9,5mm dài 35 ÷ 50mm. Bề mặt làm việc là mặt côn có góc ở đỉnh 90^0 (60^0). Kim cương hình kim dùng để sửa đá mài ren một đầu mối khi mài ren có yêu cầu độ chính xác cao.

- Thanh kim cương được chế tạo theo prôphin định hình hoặc prôphin thẳng.

Thanh hình vuông góc có prôphin thẳng được dùng cho các nguyên công mài cầu để sửa đá khi thanh chuyển động tịnh tiến liên tục, hoặc là sửa các đá hình dải quạt, dùng mặt đầu để mài trên máy mài phẳng.

Thanh kim cương định hình được dùng trên máy mài phẳng để sửa đúng prôphin. Cho phép thay đổi prôphin theo chiều cao tới 20mm; bán kính lượn nhỏ nhất trên prôphin là 0,1mm. Độ nhám bề mặt đạt được R_a = 1,25 μm, độ chính xác kích thước theo chiều dài là ± 0,01mm, chính xác theo kích thước góc ± 10'.

- Con lăn kim cương có prôphin thẳng được chế tạo có đường kính 70mm, chiều rộng 20mm, dùng để sửa đá mài có prôphin thẳng và dùng để sửa đá mài có prôphin theo mẫu trong các nguyên công mài trục khuỷu của động cơ ô tô và máy kéo.

Con lăn kim cương có prôphin định hình được dùng để sửa đúng các prôphin đá trong dạng sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối trong các nguyên công mài tiến dao ngang gia công các chi tiết phức tạp.

Độ chính xác sau khi sửa bằng con lăn như sau: theo kích thước thẳng của prôphin ± 0,01mm, theo kích thước góc của prôphin ± 20'; độ nhám bề mặt $R_a = 0,63$ μm.

Ngoài ra người ta còn dùng các con lăn bằng hợp kim cứng, các đĩa hợp kim cứng có kích thước nhỏ, đá bằng cacbit silic v...v.để sửa đá.

Chỉ tiêu kinh tế của sửa đá bằng kim cương là:

+ Nâng cao chu kỳ bền giữa hai lần sửa đá từ 20 - 50%.
+ Giảm tiêu hao vật liệu hạt khi sửa từ 20 - 30%.
+Giảm thời gian mài sửa 20 - 30%.
+Giảm các thông số về độ nhám bề mặt R_a hai lần.

TÀI LIỆU THAM KHẢO.

1. Đặng Vũ Giao, Lê Văn Tiến, Nguyễn Đắc Lộc và các tác giả .
   Công nghệ chế tạo máy (tập 1 và tập 2).
   Nhà xuất bản Đại học và trung học chuyên nghiệp, Hà Nội 1976.
2. Đặng Vũ Giao, Nguyễn Đắc Lộc và các tác giả.
   Sổ tay thiết kế Công nghệ chế tạo máy (tập 1 và tập 2).
   Trường Đại Học Bách Khoa, Hà Nội 1970.
3. Nguyễn Trọng Bình, Nguyễn Thế Đạt, Trần Văn Địch và các tác giả .
   Cơ sở công nghệ chế tạo máy
   Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội 2003.
4. Nguyễn Đắc Lộc, Tăng Huy.
   Điều khiển số và công nghệ trên máy điều khiển số CNC.
   Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội 2001.
5. Ninh Đức Tốn.
   Giáo trình dung sai.
   Trường Đại Học Bách Khoa, Hà Nội 1997.
6. Các tiêu chuẩn nhà nước Việt Nam về dung sai và lắp ghép.
7. Bôtritsôp V. B.;Bôtritsôp E.I.;VaxiliepV.N. và các tác giả.
   Sổ tay Công nghệ chế tạo máy (tập 1 và tập 2).
   Nhà xuất bản "Chế tạo máy" Maxcva - 1985.
8. Đanski A.M.;Đôletki B.A; Ivanôp B.B và các tác giả .
   Hệ thống tự động thiết kế các quá trình công nghệ
   và lắp ráp cơ khí.
   Nhà xuất bản "Chế tạo máy" Maxcva — 1979.
9. Kônôrôdôp B.V.;Usôva L.Ph. và các tác giả.
   Công nghệ kim loại và gia công vật liệu.
   Nhà xuất bản "Luyện kim" Maxcva - 1987.
10. Miakôp V.D. và các tác giả.
    Sổ tay về dung sai và lắp ghép (tập 1 và tập 2).,
    Nhà xuất bản "Chế tạo máy" Lêningrat - 1978.
11. Mahadevan K; Balaveera Reddy K.
    Sổ tay thiết kế dùng cho kỹ sư cơ khí.
    Nhà xuất bản Shahdara (Ấn Độ) Đelhi (110032) - 1990.

SỔ TAY CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

Tập I (trọn bộ ba tập)

Tác giả: **GS.TS. Nguyễn Đắc Lộc (Chủ biên)**
PGS.TS. Lê Văn Tiến
PGS.TS. Ninh Đức Tốn
PGS. TS. Trần Xuân Việt

Chịu trách nhiệm xuất bản: **Pgs.Ts. Tô Đăng Hải**
Biên tập: **Nguyễn Diệu Thuý; Nguyễn Hoà Bình**
Trình bày và làm chế bản: **Nguyễn Hoà Bình**
Sửa chế bản: **Nguyễn Diệu Thuý**
Vẽ hình: **Phạm Văn Tước**
Vẽ bìa: **Hương Lan**

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC KỸ THUẬT

In 500 cuốn, khổ 16 x 24cm tại Công ty TNHH Bao bì & In Hải Nam.
Quyết định xuất bản số: 476-2007/CXB/38-18/KHKT cấp ngày 09/8/2007.
In xong và nộp lưu chiểu quý III năm 2007.

207196



Giá: 90.000đ