

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG THƯƠNG TP.HỒ CHÍ MINH
KHOA CƠ KHÍ

ThS. TRẦN DANH VŨ
ThS. NGUYỄN THỊ THÚY THANH

GIÁO TRÌNH
DUNG SAI - KỸ THUẬT ĐO

NGÀNH: CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT CƠ KHÍ, CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY,
CÔNG NGHỆ CƠ ĐIỆN TỬ, CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT Ô TÔ
TRÌNH ĐỘ CAO ĐẲNG

*Ban hành kèm theo Quyết định số: 402/QĐ-CĐCT ngày 05 tháng 06 năm 2023 của Hiệu trưởng
Trường Cao đẳng Công Thương TP.HCM về việc công nhận và cho phép phát hành giáo trình nội bộ đợt 2, năm học 2022 - 2023.*

LƯU HÀNH NỘI BỘ
TP. HỒ CHÍ MINH – NĂM 2023

GIÁO TRÌNH
DUNG SAI - KỸ THUẬT ĐO

TÀI LIỆU LƯU HÀNH NỘI BỘ – 2023

In và phát hành tại Thư viện Trường Cao đẳng Công Thương TP. HCM

Cấm sao chép dưới mọi hình thức.

Mọi chi tiết xin liên hệ:

Trường Cao đẳng Công Thương TP. HCM

20 Tầng Nhơn Phú, phường Phước Long B, TP. Thủ Đức, TP. HCM

ĐT: (84-8) 37 31 36 31, Fax: (84-8) 38978501

Website: <http://www.hitu.edu.vn>

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Giáo trình này sử dụng làm tài liệu giảng dạy nội bộ trong trường Cao đẳng Công thương Thành phố Hồ Chí Minh;

Trường Cao đẳng Công thương Thành phố Hồ Chí Minh không sử dụng và không cho phép bất kỳ cá nhân hay tổ chức nào sử dụng giáo trình này với mục đích kinh doanh;

Mọi trích dẫn, sử dụng giáo trình này với mục đích khác hay ở nơi khác đều phải được sự đồng ý bằng văn bản của trường Cao đẳng Công thương Thành phố Hồ Chí Minh.

LỜI GIỚI THIỆU

Để giúp sinh viên có tài liệu tham khảo trong ngành chế tạo cơ khí như là xác định các thông số kích thước cơ bản của chi tiết, độ chính xác của chúng khi thiết kế và hướng dẫn sinh viên làm đồ án môn học, nhóm tác giả biên soạn giáo trình Dung sai - kỹ thuật đo. Giáo trình giới thiệu một cách hệ thống và đầy đủ các thông số kích thước cơ bản dung sai kích thước, hình dạng, nhám bề mặt, hệ thống các lắp ghép của các mối ghép thông dụng như: trụ trơn, ổ lăn, then hoa, ren, bánh răng, ... theo tiêu chuẩn nhà nước Việt Nam - TCVN.

Giáo trình được viết dưới dạng tích hợp gồm phần lý thuyết và phần thực hành, mỗi bài sẽ có từng mục tiêu cụ thể, nội dung lý thuyết và bài tập áp dụng. Ngoài ra, phần cuối giáo trình được bổ sung thêm các bảng tra dung sai.

Giáo trình chắc không tránh khỏi những thiếu sót nhất định. Rất mong nhận được những ý kiến đóng góp của các đồng nghiệp và độc giả.

Xin chân thành cảm ơn quý Thầy Cô trong khoa Cơ Khí và Ban lãnh đạo Công ty Cơ Khí Bách Tùng, Công ty TNHH Cơ Điện SAMWATEK, Công ty TNHH Cơ khí Tài Đức đã đóng góp ý kiến để giáo trình được hoàn thiện.

TP.HCM, ngày 20 tháng 07 năm 2023

Chủ biên: Th.s. Trần Danh Vũ

Th.s. Nguyễn Thị Thúy Thanh

Lưu hành nội bộ

(Có chỉnh sửa và bổ sung hàng năm)

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

1. Tên môn học/Mô đun: DUNG SAI - KỸ THUẬT ĐO

2. Số tín chỉ: 02

3. Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học/mô đun:

- Vị trí: Môn học được bố trí giảng dạy ở học kỳ 2 của khóa học đối với sinh viên Khoa Cơ khí và học kỳ 1 đối với sinh viên Khoa Cơ khí động lực, thuộc khối kiến thức cơ sở chuyên môn.
- Tính chất: Là môn học tích hợp bắt buộc cho sinh viên ngành cơ khí và ô tô;
- Ý nghĩa và vai trò của môn học/mô đun:
 - + Cung cấp các kiến thức cơ bản về việc tính toán lựa chọn dung sai lắp ghép, cách lựa chọn và sử dụng các dụng cụ đo thích hợp để kiểm tra độ chính xác của sản phẩm;
 - + Là môn học hỗ trợ cho các môn học cơ sở khác và các môn học chuyên ngành: sau khi học xong môn học người học giải thích được các ký hiệu trong các học phần chuyên ngành và đọc được các ký hiệu trên bản vẽ.

4. Mục tiêu của môn học/mô đun:

Sau khi kết thúc môn học, sinh viên có khả năng:

- **Về kiến thức:**
 - + Trình bày được các tiêu chuẩn Việt Nam về dung sai lắp ghép đối với các chi tiết điển hình trong ngành cơ khí;
 - + Trình bày được các phương pháp đo, cấu tạo, cách sử dụng và bảo quản các loại dụng cụ đo thông dụng trong ngành cơ khí;
 - + Phân biệt được các mối ghép của chi tiết máy như: lắp chặt, lắp lỏng và lắp trung gian;
 - + Phân biệt được dung sai kích thước, sai lệch về hình dáng hình học, sai lệch về vị trí và nhám bề mặt của các chi tiết;
 - + Xác định được dung sai một số chi tiết điển hình và các kích thước cần chú ý khi chế tạo, lắp ráp và sửa chữa;
 - + Giải thích được các ký hiệu và ý nghĩa của dung sai trên bản vẽ.
- **Về kỹ năng:**
 - + Ghi được kích thước, dung sai và các yêu cầu kỹ thuật, các đặc tính lắp ghép;
 - + Sử dụng thành thạo một số dụng cụ đo kiểm thông dụng trong ngành cơ khí;

- + Sử dụng và bảo quản các loại dụng cụ đo kiểm bề mặt lỗ: thước cặp, thước panme đo ngoài và trong, ca líp trực, đồng hồ so, thước đo rãnh trong, thước đo góc vạn năng, bộ căn mẫu, bộ so độ nhám;
- + Sử dụng được các loại bảng dung sai, tính toán dung sai cho các chi tiết máy, biết sử dụng các mối ghép phù hợp với yêu cầu công nghệ lắp ráp của bộ phận máy và thiết bị;
- + Chọn đúng dung sai cho chi tiết, chọn đúng mối lắp khi thiết kế cụm máy và thiết bị khi làm đồ án, ứng dụng vào thực tế;
- + Kiểm tra được độ chính xác của các thiết bị đo cơ khí;
- + Lựa chọn thiết bị đo phù hợp yêu cầu cần đo.
- **Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:**
 - + Nhận thức được vai trò trách nhiệm của người học;
 - + Hình thành niềm say mê trong học tập;
 - + Nhận thức được tầm quan trọng của môn học là kiến thức nền tảng để học tốt các môn chuyên ngành.

5. Nội dung giáo trình:

PHẦN 1: Dung sai lắp ghép

Chương 1: Khái niệm cơ bản về dung sai lắp ghép

Chương 2: Hệ thống dung sai lắp ghép bề mặt trơn

Chương 3: Dung sai hình dạng, vị trí và nhám bề mặt

Chương 4: Dung sai kích thước và lắp ghép của các mối ghép thông dụng

PHẦN 2: Kỹ thuật đo

Bài 1: Sử dụng thước cặp

Bài 2: Sử dụng thước Panme

Bài 3: Sử dụng đồng hồ so và một số dụng cụ đo khác

Bài 4: Sử dụng tổng hợp các dụng cụ đo

Phụ lục 1: Dung sai lắp ghép bề mặt trơn

Phụ lục 2: Dung sai hình dạng và vị trí các bề mặt

Phụ lục 3: Một số bảng tra khác

Phụ lục 4: Hướng dẫn các bài thực hành, các bản vẽ và phiếu đo

Tài liệu tham khảo

MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU	i
GIÁO TRÌNH MÔN HỌC	ii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT	x
DANH SÁCH CÁC HÌNH.....	xii
DANH SÁCH CÁC BẢNG.....	xvi
PHẦN 1. DUNG SAI LẮP GHÉP	1
CHƯƠNG 1. KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DUNG SAI LẮP GHÉP	1
1.1 Mục tiêu:.....	1
1.2 Nội dung chương:	1
1.2.1 Khái niệm về tính đối lẫn chức năng trong chế tạo cơ khí	1
1.2.1.1 Bản chất của tính đối lẫn chức năng	1
1.2.1.2 Hiệu quả của tính đối lẫn chức năng.....	2
1.2.2 Khái niệm về kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai	2
1.2.2.1 Kích thước	2
1.2.2.2 Sai lệch giới hạn.....	4
1.2.2.3 Dung sai (Ký hiệu: T).....	5
1.2.3 Khái niệm về lắp ghép	5
1.2.3.1 Lắp ghép có độ hở (lắp lỏng).....	6
1.2.3.2 Lắp ghép có độ dôi (lắp chặt)	7
1.2.3.3 Lắp ghép trung gian	8
1.2.4 Biểu diễn sơ đồ phân bố dung sai của lắp ghép	9
1.2.5 Một số ví dụ áp dụng	10
1.2.5.1 Ví dụ 1.1	10
1.2.5.2 Ví dụ 1.2	10
1.2.5.3 Ví dụ 1.3	11
1.2.5.4 Ví dụ 1.4	12
1.2.5.5 Ví dụ 1.5	13
1.2.5.6 Ví dụ 1.6	14
1.2.6 Câu hỏi ôn tập và bài tập.....	15

CHƯƠNG 2. HỆ THỐNG DUNG SAI LẮP GHÉP BỀ MẶT TRƠN.....	17
2.1 Mục tiêu:	17
2.2 Nội dung chương:	17
2.2.1 Hệ thống dung sai	17
2.2.1.1 Công thức tính trị số dung sai.....	17
2.2.1.2. Cấp chính xác.....	18
2.2.1.3. Khoảng kích thước danh nghĩa.....	18
2.2.2 Hệ thống lắp ghép	20
2.2.2.1 Phân loại	20
2.2.2.2 Sai lệch cơ bản	21
2.2.2.3 Ký hiệu miền dung sai của kích thước và lắp ghép	22
2.2.2.4 Ghi ký hiệu sai lệch và lắp ghép trên bản vẽ.....	25
2.2.3 Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mỗi ghép khi thiết kế	26
2.2.4 Phạm vi ứng dụng của các lắp ghép tiêu chuẩn	26
2.2.4.1 Phạm vi ứng dụng của các kiểu lắp ghép lỏng	26
2.2.4.2 Phạm vi ứng dụng của các kiểu lắp ghép trung gian	27
2.2.4.3 Phạm vi ứng dụng của các kiểu lắp ghép chặt.....	28
2.2.5. Một số ví dụ áp dụng	29
2.2.5.1 Ví dụ 2.1	29
2.2.5.2 Ví dụ 2.2	29
2.2.5.3 Ví dụ 2.3	30
2.2.5.4 Ví dụ 2.4	31
2.2.5.5 Ví dụ 2.5	32
2.2.5.6 Ví dụ 2.6	32
2.2.5.7 Ví dụ 2.7	34
2.2.6 Câu hỏi ôn tập và bài tập.....	34
CHƯƠNG 3. DUNG SAI HÌNH DẠNG, VỊ TRÍ VÀ NHÁM BỀ MẶT	38
3.1 Mục tiêu:.....	38
3.2 Nội dung chương:	38
3.2.1 Dung sai hình dạng, vị trí bề mặt	38
3.2.1.1 Sai lệch hình dạng.....	39
3.2.1.2 Sai lệch vị trí bề mặt.....	41

3.2.1.3 Ghi ký hiệu sai lệch, dung sai hình dạng và vị trí bề mặt trên bản vẽ.....	44
3.2.1.4 Xác định dung sai hình dạng và vị trí khi thiết kế.....	447
3.2.2 Nhám bề mặt.....	48
3.2.2.1 Bản chất nhám bề mặt.....	48
3.2.2.2 Các chỉ tiêu đánh giá.....	50
3.2.2.3 Xác định giá trị cho phép của thông số nhám	52
3.2.2.4 Ghi ký hiệu nhám trên bản vẽ chi tiết.....	52
3.2.3 Một số ví dụ áp dụng	56
3.2.3.1 Ví dụ 3.1	56
3.2.3.2 Ví dụ 3.2	56
3.2.3.3 Ví dụ 3.3	56
3.2.4 Câu hỏi ôn tập và bài tập.....	57
CHƯƠNG 4. DUNG SAI KÍCH THƯỚC VÀ LẮP GHÉP CỦA CÁC MỐI GHÉP THÔNG DỤNG.....	60
4.1 Mục tiêu:.....	60
4.2 Nội dung chương:.....	60
4.2.1 Mỗi ghép ổ lăn với trục và lỗ thân hộp.....	60
4.2.1. 1 Cấu tạo và các kích thước cơ bản	60
4.2.1.2 Chọn lắp ghép ổ lăn	64
4.2.2 Dung sai lắp ghép then.....	66
4.2.2.1 Khái niệm	66
4.2.1.2 Chọn lắp ghép	67
4.2.3 Dung sai lắp ghép then hoa	67
4.2.3.1 Khái niệm về mối ghép	67
4.2.3.2 Dung sai kích thước	68
4.2.3.3 Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mối ghép.....	69
4.2.3.4 Ghi ký hiệu lắp ghép then hoa trên bản vẽ.....	70
4.2.4 Dung sai lắp ghép côn trơn.....	71
4.2.4.1 Góc côn và độ côn.....	71
4.2.4.2 Dung sai kích thước góc.....	71
4.2.4.3 Cấp chính xác.....	72
4.2.4.4 Lắp ghép côn trơn	73

4.2.5	Mối ghép ren.....	74
4.2.5.1	Dung sai lắp ghép ren hệ mét	75
4.2.5.2	Dung sai lắp ghép ren hình thang	78
4.2.6	Dung sai truyền động bánh răng.....	81
4.2.6.1	Các thông số kích thước cơ bản.....	81
4.2.6.2	Các yêu cầu kỹ thuật của truyền động bánh răng	82
4.2.6.3	Ghi ký hiệu cấp chính xác và dạng đối tiếp mặt răng.....	83
4.2.7	Một số ví dụ áp dụng	84
4.2.7.1	Ví dụ 4.1	84
4.2.7.2	Ví dụ 4.2	85
4.2.8	Câu hỏi ôn tập và bài tập.....	85
PHẦN 2. KỸ THUẬT ĐO		87
BÀI 1. SỬ DỤNG THƯỚC CẶP		87
1.1	Mục tiêu:	87
1.2	Nội dung chính:	87
1.2.1	Công dụng và cấu tạo của thước cặp	87
1.2.1.1	Công dụng.....	87
1.2.1.2	Cấu tạo.....	89
1.2.2	Cách sử dụng và cách đo.....	90
1.2.2.1	Cách sử dụng	90
1.2.2.2	Cách đo.....	90
1.2.3	Sử dụng thước cặp đo các chi tiết điển hình	92
1.2.3.1	Chuẩn bị.....	92
1.2.3.2	Thực hiện đo và vẽ các chi tiết điển hình.....	92
1.2.4	Sử dụng thước cặp đo và kiểm tra chi tiết.....	92
1.2.4.1	Chuẩn bị.....	92
1.2.4.2	Thực hiện đo, kiểm tra chi tiết và vẽ các chi tiết.....	93
1.2.5	Câu hỏi ôn tập.....	93
BÀI 2. SỬ DỤNG THƯỚC PANME		94
2.1	Mục tiêu:.....	94
2.2.1	Công dụng và cấu tạo của thước Panme	94
2.2.1.1	Công dụng.....	94

2.2.1.2 Cấu tạo.....	95
2.2.2 Cách sử dụng và cách đo.....	96
2.2.2.1 Cách sử dụng	96
2.2.2.2 Cách đo.....	96
2.2.3 Sử dụng thước Panme đo các chi tiết điển hình	98
2.2.3.1 Chuẩn bị.....	98
2.2.3.2 Thực hiện đo và vẽ các chi tiết điển hình.....	98
2.2.4 Sử dụng thước Panme đo và kiểm tra chi tiết	98
2.2.4.1 Chuẩn bị.....	98
2.2.4.2 Thực hiện đo kiểm tra chi tiết và vẽ các chi tiết.....	98
2.2.5 Câu hỏi ôn tập.....	99
BÀI 3. SỬ DỤNG ĐỒNG HỒ SO VÀ MỘT SỐ DỤNG CỤ ĐO KHÁC	100
3.1 Mục tiêu:	100
3.2 Nội dung chính:	100
3.2.1 Đồng hồ so và một số dụng cụ đo khác	100
3.2.1.1 Đồng hồ so:.....	100
3.2.1.2 Calíp giới hạn.....	102
3.2.1.3 Căn mẫu song song	105
3.2.1.4 Căn mẫu đo góc	106
3.2.1.6 Thước đo góc	108
3.2.1.7 Đo góc bằng phương pháp đo gián tiếp	109
3.2.1.8 Dùng bệ cầu và các dụng cụ đo kích thước dài.....	111
3.2.2 Sử dụng đồng hồ so.....	112
3.2.2.1 Chuẩn bị.....	112
3.2.2.2 Thực hiện đo và vẽ các chi tiết	112
3.2.3 Sử dụng đồng hồ so và các dụng cụ đo thông dụng	112
3.2.3.1 Chuẩn bị.....	112
3.2.3.2 Thực hiện đo kiểm tra chi tiết và vẽ các chi tiết.....	112
3.2.3.4 Câu hỏi ôn tập.....	112
BÀI 4. SỬ DỤNG TỔNG HỢP CÁC DỤNG CỤ ĐO.....	114
4.1 Mục tiêu:	114
4.2 Nội dung chính:	114

4.2.1 Sử dụng tổng hợp các dụng cụ đo để đo và kiểm tra chi tiết.....	114
4.2.1.1 Đo sai lệch hình dạng.....	114
4.2.1.2 Đo sai số vị trí tương quan giữa các bề mặt.....	117
4.2.2 Các bước thực hiện.....	120
Phụ lục 1: Dung sai lắp ghép bề mặt trơn	121
Phụ lục 2: Dung sai hình dạng và vị trí các bề mặt	129
Phụ lục 3: Một số bảng tra khác.....	131
Phụ lục 4: Hướng dẫn các bài thực hành, các bản vẽ và phiếu đo	150
TÀI LIỆU THAM KHẢO	1689

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

Tên đầy đủ	Ký hiệu, chữ viết tắt
Tiêu chuẩn Việt Nam	TCVN
Tiêu chuẩn Cộng hòa Liên bang Đức	DIN
Tiêu chuẩn Quốc Tế	ISO
Kích thước danh nghĩa của lỗ	D_N
Kích thước danh nghĩa của trục	d_N
Kích thước thực của lỗ	D_t
Kích thước thực của trục	d_t
Kích thước giới hạn lớn nhất của lỗ	$D_{\max}$
Kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ	$D_{\min}$
Kích thước giới hạn lớn nhất của trục	$d_{\max}$
Kích thước giới hạn nhỏ nhất của trục	$d_{\min}$
Sai lệch giới hạn trên của lỗ	ES
Sai lệch giới hạn dưới của lỗ	EI
Sai lệch giới hạn trên của trục	es
Sai lệch giới hạn dưới của trục	ei
Milimét	mm
Micrômét	μm
Dung sai	T
Dung sai của lỗ	T_D
Dung sai của trục	T_d
Độ hở trong lắp ghép	S
Độ hở lớn nhất	$S_{\max}$
Độ hở nhỏ nhất	$S_{\min}$
Độ hở trung bình	S_{tb}
Dung sai độ hở	T_S
Độ dôi trong lắp ghép	N
Độ dôi lớn nhất	$N_{\max}$
Độ dôi nhỏ nhất	$N_{\min}$
Độ dôi trung bình	N_{tb}
Dung sai độ dôi	T_N
Dung sai lắp ghép trung gian	T_{SN}
Cấp chính xác	IT
Miền dung sai lỗ cơ bản	H
Miền dung sai trục cơ bản	h
Ren tam giác hệ mét	M
Ren hình thang	Tr

Ren tròn	Rd
Ren vuông	S (Sq)
Ren Withword	W
Ren côn	MK

DANH SÁCH CÁC HÌNH

Hình 1.1 Kích thước danh nghĩa của lỗ và trục	3
Hình 1.2 Kích thước thực của trục	3
Hình 1.3. Kích thước giới hạn và Sai lệch giới hạn của trục và lỗ	5
Hình 1.4. Lắp ghép: 1- Lỗ, 2- Trục	5
Hình 1.5. Lắp ghép: 1- Rãnh trượt, 2- Con trượt	5
Hình 1.6. Lắp ghép có độ hở (lắp lỏng)	6
Hình 1.7. Lắp ghép có độ dôi (lắp chặt)	7
Hình 1.8. Sơ đồ phân bố miền dung sai	9
Hình 1.9. Đặc tính (đặc trưng) của lắp ghép	10
Hình 2.1. Quy luật của hệ thống lỗ cơ bản	20
Hình 2.2. Quy luật của hệ thống trục cơ bản	20
Hình 2.3. Sơ đồ sai lệch cơ bản của lỗ và trục	21
Hình 2.4. Cách ghi kí hiệu dung sai trên bản vẽ	26
Hình 3.1. Biến dạng do kẹp chặt trên mâm cặp 3 chấu	38
Hình 3.2. Hướng mũi khoan nghiêng so với bàn máy	39
Hình 3.3. Sai lệch độ tròn	39
Hình 3.4. Sai lệch độ ô van	39
Hình 3.5. Sai lệch độ phân cạnh	39
Hình 3.6. Sai lệch profile mặt cắt dọc	40
Hình 3.7. Sai lệch profile độ côn	40
Hình 3.8. Sai lệch profile độ phình	40
Hình 3.9. Sai lệch profile độ thắt	40
Hình 3.10. Sai lệch profile độ trụ	41
Hình 3.11. Sai lệch độ phẳng	41
Hình 3.12. Sai lệch độ thẳng	41
Hình 3.13. Sai lệch độ song song của mặt phẳng	42
Hình 3.14. Sai lệch độ song song các đường tâm	42
Hình 3.15. Sai lệch độ vuông góc các mặt phẳng	42
Hình 3.16. Sai lệch đường tâm	42
Hình 3.17. Sai lệch về độ đồng tâm	43

Hình 3.18. Sai lệch về độ đối xứng	43
Hình 3.19. Sai lệch về độ giao nhau của các đường tâm	43
Hình 3.20. Độ đảo hướng kính	43
Hình 3.21. Độ đảo mặt mút (Độ đảo mặt đầu)	44
Hình 3.22. Hình ảnh phóng đại của prôfin bề mặt sau gia công	49
Hình 3.23. Các chỉ tiêu đánh giá nhám bề mặt	50
Hình 3.24. Ký hiệu nhám bề mặt	54
Hình 3.25. Ký hiệu độ nhám của các bề mặt khác	54
Hình 3.26. Ký hiệu độ nhám chung cho các bề mặt khác	54
Hình 3.27. Ký hiệu vật liệu trên mặt cắt	55
Hình 3.28. Ký hiệu độ nhám của bề mặt đỉnh răng và mặt đáy răng	55
Hình 3.29. Ký hiệu nhám bề mặt làm việc của ren.....	55
Hình 4.1. Cấu tạo ổ lăn	60
Hình 4.2. Các dạng con lăn	60
Hình 4.3. Các loại ổ lăn	62
Hình 4.4. Cấu tạo ổ lăn đỡ một dãy	63
Hình 4.5. Lắp ghép ổ lăn	64
Hình 4.6. Ghi ký hiệu lắp ghép ổ lăn trên bản vẽ	66
Hình 4.7. Lắp ghép mối ghép then.....	66
Hình 4.8. Các kích thước cơ bản của mối ghép then bằng.....	67
Hình 4.9. Các kiểu lắp ghép cho mối ghép then	67
Hình 4.10. Mối ghép then hoa	68
Hình 4.11. Các kích thước cơ bản của mối ghép then hoa.....	68
Hình 4.12. Sơ đồ biểu diễn góc côn	71
Hình 4.13. Sơ đồ biểu diễn độ côn	71
Hình 4.14. Sơ đồ biểu diễn dung sai kích thước góc	72
Hình 4.15. Lắp ghép côn trơn	73
Hình 4.16. Khoảng cách chuẩn giới hạn của côn lắp ghép	74
Hình 4.17 Vị trí của côn lắp ghép	74
Hình 4.18. Mặt cắt dọc theo trục ren	76
Hình 4.19. Các thông số kích thước cơ bản của ren vít và đai ốc	79

Hình 4.20. Các thông số kích thước cơ bản của bánh răng	81
Hình 4.21. Biểu diễn đại lượng mức khe hở cạnh răng	83
Hình 5.1. Thước cặp cơ	87
Hình 5.2. Thước cặp đồng hồ	88
Hình 5.3. Thước cặp điện tử.....	88
Hình 5.4. Hình dạng ngoài của thước cặp.....	88
Hình 5.5. Cấu tạo thước cặp	89
Hình 5.6. Du xích của thước cặp	89
Hình 5.7. Sử dụng thước cặp trên máy tiện	91
Hình 5.8. Các phương pháp đo bằng thước cặp	92
Hình 6.1. Thước Panme đo ngoài	94
Hình 6.2. Panme đo trong.....	94
Hình 6.3. Panme đo độ sâu	95
Hình 6.4. Cấu tạo bên trong của thước Panme đo ngoài	95
Hình 6.5. Thước Panme đo ngoài	96
Hình 7.1. Cấu tạo đồng hồ so	100
Hình 7.2. Đồng hồ so chân gập	101
Hình 7.3. Đồng hồ cơ khí	101
Hình 7.4. Đồng hồ so đo trong.....	102
Hình 7.5. Calíp nút và calíp hàm	102
Hình 7.6. Bộ căn mẫu song song	105
Hình 7.7. Các kiểu căn mẫu	107
Hình 7.8. Dưỡng đo góc	107
Hình 7.9. Dưỡng đo góc đơn giản	108
Hình 7.10. Thước đo góc có thước phụ	108
Hình 7.11. Calíp côn giới hạn	109
Hình 7.12. Nivô.....	109
Hình 7.13. Thước sin	110
Hình 7.14. Thước tang	111
Hình 7.15. Đo góc côn ngoài	111
Hình 7.16. Đo góc côn trong	111

Hình 8.1. Các dạng thước kiểm	114
Hình 8.2. Sơ đồ xác định giá trị khe sáng mẫu	114
Hình 8.3. Sơ đồ nguyên lý của dụng cụ	115
Hình 8.4. Sơ đồ nguyên lý của dụng cụ	115
Hình 8.5. Sơ đồ nguyên lý của sơ đồ a	115
Hình 8.6. Máy đo độ tròn	115
Hình 8.7. Sơ đồ nguyên lý của sơ đồ b	116
Hình 8.8. Sơ đồ nguyên lý của sơ đồ c	116
Hình 8.9. Sơ đồ nguyên lý của sơ đồ d	116
Hình 8.10. Sơ đồ nguyên lý đo độ trụ	117
Hình 8.11. Sơ đồ nguyên lý đo độ song song giữa hai mặt phẳng	117
Hình 8.12. Sơ đồ nguyên lý đo độ song song giữa đường tâm với mặt phẳng	118
Hình 8.13. Sơ đồ nguyên lý đo độ song song giữa hai đường tâm	118
Hình 8.14. Sơ đồ nguyên lý đo độ vuông góc	118
Hình 8.15. Sơ đồ nguyên lý đo độ đảo hướng kính	119
Hình 8.16. Sơ đồ nguyên lý đo độ đảo mặt đầu	119
Hình 8.17. Sơ đồ nguyên lý đo độ giao nhau giữa các đường tâm	119
Hình 8.18. Sơ đồ nguyên lý đo độ đối xứng	120

DANH SÁCH CÁC BẢNG

Bảng 2.1. Khoảng kích thước danh nghĩa	18
Bảng 2.2. Trị số dung sai tiêu chuẩn	19
Bảng 2.3. Miền dung sai của trục đối với kích thước từ 1 đến 500mm.....	22
Bảng 2.4. Miền dung sai của lỗ đối với kích thước từ 1 đến 500mm.....	23
Bảng 2.5. Lắp ghép trong hệ thống lỗ (đối với kích thước từ 1 đến 500mm).....	24
Bảng 2.6. Lắp ghép trong hệ thống trục (đối với kích thước từ 1 đến 500mm).....	24
Bảng 2.7. Các lắp ghép trụ trơn	34
Bảng 2.8. Các đặc tính yêu cầu của lắp ghép	35
Bảng 2.9. Tra bảng tính toán các kích thước, sai lệch và dung sai.....	36
Bảng 3.1. Ký hiệu sai lệch, dung sai hình dạng và vị trí.....	45
Bảng 3.2. Một số ví dụ ký hiệu dung sai hình dạng và vị trí bề mặt trên bản vẽ	46
Bảng 3.3. Cấp chính xác hình dạng ứng với cấp chính xác kích thước	48
Bảng 3.4. Độ nhám bề mặt	49
Bảng 3.5. Sai lệch trung bình số học pôfin, R_a (μm)	51
Bảng 3.6. Chiều cao mấp pôfin theo mười điểm R_z và chiều cao lớn nhất mấp mô của pôfin, R_{max} (μm)	52
Bảng 3.7. Nhám bề mặt ứng với dung sai kích thước và hình dạng	52
Bảng 4.1. Lắp ghép các ổ lăn thông dụng cấp chính xác 0 và 6	65
Bảng 4.2. Miền dung sai của các kích thước trục then hoa răng chữ nhật TCVN 2324-78	69
Bảng 4.3. Miền dung sai của các kích thước lỗ then hoa răng chữ nhật TCVN 2324-78 ..	69
Bảng 4.4. Cấp chính xác kích thước ren	76
Bảng 4.5. Miền dung sai kích thước ren (lắp ghép có độ hở)	77
Bảng 4.6. Sai lệch cơ bản và cấp chính xác kích thước ren hình thang.....	79
Bảng 4.7. Miền dung sai kích thước ren (ren hình thang một đầu mối)	80
Bảng 4.8. Miền dung sai kích thước ren (ren hình thang nhiều đầu mối)	80
Bảng 5.1. Sai lệch giới hạn kích thước lỗ đối với kích thước đến 500mm TCVN 2245-99 (theo μm)	121
Bảng 5.2. Sai lệch giới hạn kích thước trục đối với kích thước đến 500mm TCVN 2245-99 (theo μm)	125

Bảng 5.3. Dung sai độ thẳng và độ phẳng TCVN 384-93	129
Bảng 5.4. Dung sai độ trụ, độ tròn và profile mặt cắt dọc trục TCVN 384-93.....	129
Bảng 5.5. Dung sai độ song song, độ vuông góc, độ nghiêng, độ đảo mặt đầu và mặt đầu toàn phần TCVN 384-93.....	130
Bảng 5.6. 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.....	130
Bảng 5.7. Trị số độ nhám	131
Bảng 5.8. Độ nhám của bề mặt	132
Bảng 5.9. Nhám bề mặt và cấp chính xác ứng với các dạng gia công bề mặt chi tiết	133
Bảng 5.10. Bảng chuyển đổi cho các lớp độ nhám các giá trị Ra và Rz (gần đúng)	134
Bảng 5.11. Bảng tra dung sai chung cho kích thước chiều dài, góc và bán kính	135
Bảng 5.12. Bảng tra lỗ khoan tâm và lỗ nhám	136
Bảng 5.13. Bảng tra kích thước lỗ khoan tâm	137
Bảng 5.14. Bảng tra rãnh thoát dao khi tiện ren	138
Bảng 5.15. Bảng tra đường thoát ren và cắt chân ren	139
Bảng 5.16. Bảng tra ren tam giác hệ mét	140
Bảng 5.17. Bảng tra dung sai của ren tam giác hệ mét	141
Bảng 5.18. Độ hở giới hạn của các lắp ghép lỏng có kích thước từ 1÷500 mm (TCVN 2244-99 và 2245-99)	142
Bảng 5.19. Độ dôi giới hạn của các lắp ghép trung gian có kích thước từ 1÷500 mm (TCVN 2244-99 và 2245-99)	142
Bảng 5.20. Độ dôi giới hạn của các lắp ghép chặt có kích thước từ 1÷500 mm (TCVN 2244-99 và 2245-99)	143
Bảng 5.21. Kích thước cơ bản của ổ lăn	144
Bảng 5.22.. Kích thước cơ bản của then hoa răng chữ nhật	145
Bảng 5.23. Kích thước cơ bản của đai ốc và kích thước khóa vòng	146
Bảng 5.24. Kích thước cơ bản của then bán nguyệt	146
Bảng 5.25. Kích thước cơ bản của then bằng theo DIN 6885.....	147
Bảng 5.26. Kích thước cơ bản của côn morse theo DIN 228.....	148
Bảng 5.27. Lắp ghép bánh răng với trục	149

PHẦN 1. DUNG SAI LẮP GHÉP

CHƯƠNG 1. KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DUNG SAI LẮP GHÉP

1.1 Mục tiêu:

1.1.1 Kiến thức:

- Trình bày được bản chất của tính đổi lẫn chức năng trong ngành cơ khí;
- Trình bày được các khái niệm về kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai của chi tiết trục và lỗ;
- Phân biệt được đặc tính của các kiểu lắp chặt, lắp lỏng và lắp trung gian.

1.1.2 Kỹ năng:

- Tính toán được kích thước giới hạn và dung sai của chi tiết trục và lỗ;
- Biểu diễn được miền dung sai lắp ghép bằng sơ đồ.

1.2 Nội dung chương:

1.2.1 Khái niệm về tính đổi lẫn chức năng trong chế tạo cơ khí

1.2.1.1 Bản chất của tính đổi lẫn chức năng

Tất cả các máy và thiết bị đều do nhiều bộ phận hợp thành, mỗi bộ phận lại do nhiều chi tiết ghép lại với nhau. Trong công nghiệp cũng như trong cuộc sống con người mong muốn các chi tiết máy cùng loại có khả năng đổi lẫn được cho nhau; có nghĩa là khi lắp ghép trong chế tạo hoặc thay thế khi sửa chữa không cần phải lựa chọn và sửa chữa gì thêm mà vẫn đảm bảo được yêu cầu kỹ thuật của máy và thiết bị. Tính chất đó được gọi là tính đổi lẫn của chi tiết máy. Vậy tính đổi lẫn của các chi tiết máy là khả năng thay thế cho nhau, không cần lựa chọn và sửa chữa gì thêm mà vẫn đảm bảo được chất lượng của sản phẩm như đã quy định.

Có hai loại mức độ khác nhau trong quá trình đổi lẫn của các chi tiết máy cùng loại là đổi lẫn hoàn toàn và đổi lẫn không hoàn toàn.

a. Đổi lẫn hoàn toàn

- Định nghĩa: là khả năng thay thế cho nhau của tất cả các chi tiết máy trong một loạt chi tiết cùng loại mà không cần lựa chọn và sửa chữa gì thêm.
- Đặc điểm: trong trường hợp đổi lẫn hoàn toàn các chi tiết máy được chế tạo với cấp chính xác cao, dung sai nhỏ do đó giá thành sản phẩm cao hơn. Đối với các chi tiết tiêu chuẩn và các chi tiết dự trữ thay thế cần được chế tạo có tính đổi lẫn hoàn toàn.

b. Đổi lẫn không hoàn toàn

- Định nghĩa: nếu một số trong một loạt chi tiết máy cùng loại không đổi lẫn cho nhau được mà cần phải lựa chọn hoặc sửa chữa thêm mới có thể lắp ghép được thì trường hợp đó gọi là đổi lẫn không hoàn toàn.
- Đặc điểm: trong trường hợp đổi lẫn không hoàn toàn các chi tiết máy được chế tạo với độ chính xác thấp hơn, dung sai lớn hơn và tất nhiên giá thành sản phẩm thấp. Đổi lẫn không hoàn toàn thường được thực hiện với công việc lắp ráp trong nội bộ phân xưởng hoặc nhà máy; nơi có điều kiện để sửa chữa nhỏ hoặc lựa chọn trong quá trình lắp ráp.

1.2.1.2 Hiệu quả của tính đổi lẫn chức năng

- **Đối với thiết kế:** Giảm được thời gian, công sức và chi phí cho quá trình thiết kế;
- **Đối với sản xuất:** Tính đổi lẫn chức năng là tiền đề kỹ thuật mở đường cho việc phát triển sản xuất, phân công sản xuất tiến tới chuyên môn hóa sản xuất;
- **Đối với sử dụng:** Giảm được thời gian chết của máy, giảm nhẹ được việc tổ chức bộ phận sửa chữa, chế tạo các chi tiết hư hỏng.

1.2.2 Khái niệm về kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai**1.2.2.1 Kích thước**

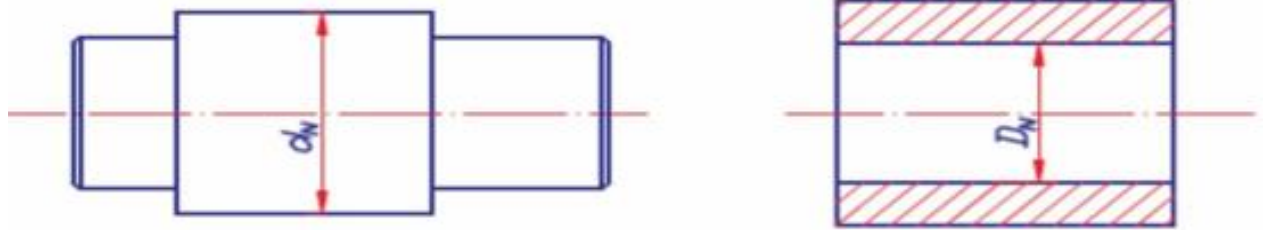
Kích thước là giá trị bằng số của đại lượng đo chiều dài (đường kính, chiều dài) theo đơn vị đã được lựa chọn. Trong ngành cơ khí, đơn vị đo thường dùng là milimét (mm) và qui ước không ghi chữ “mm” trên bản vẽ.

a. Kích thước danh nghĩa (Ký hiệu: D_N , d_N)

Kích thước danh nghĩa là kích thước được xác định bằng cách tính toán dựa vào chức năng của chi tiết máy. Sau đó quy tròn về số lớn hơn theo các giá trị của các kích thước thẳng trong tiêu chuẩn theo TCVN 192-66; 2244-77 & 2245-77.

Ví dụ: khi tính toán theo sức bền vật liệu ta xác định được đường kính chi tiết trục là 24.732mm; theo các giá trị của dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn ta quy tròn là 25mm. Vậy kích thước danh nghĩa của chi tiết trục là 25mm.

- Kích thước danh nghĩa của lỗ được ký hiệu là D_N .
- Kích thước danh nghĩa của trục được ký hiệu là d_N .



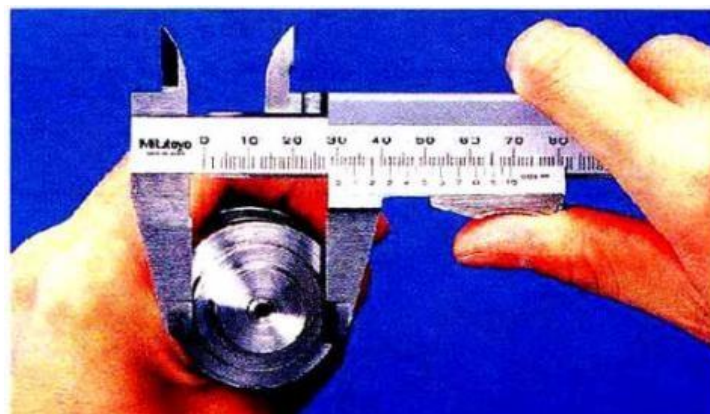
Hình 1.1 Kích thước danh nghĩa của lỗ và trục

Kích thước danh nghĩa được ghi trên bản vẽ chi tiết máy và dùng làm gốc để tính các sai lệch giới hạn. Kích thước danh nghĩa của lắp ghép là kích thước danh nghĩa chung cho tất cả các chi tiết tham gia lắp ghép.

b. Kích thước thực (Ký hiệu: D_v , d_v)

Kích thước thực là kích thước đo được trực tiếp trên chi tiết sau khi gia công bằng những dụng cụ đo và phương pháp đo chính xác nhất có thể có được hoặc kích thước thực còn cho phép quan niệm là kích thước được xác định bằng cách đo với sai số cho phép. Kích thước thực được ký hiệu như sau:

- D_v : Kích thước thực của lỗ
- d_v : Kích thước thực của trục



Hình 1.2 Kích thước thực của trục

Khi gia công không thể đạt kích thước thực hoàn toàn đúng như kích thước danh nghĩa. Sai lệch giữa kích thước thực và kích thước danh nghĩa phụ thuộc vào nhiều yếu tố: độ chính xác của máy, dao, đồ gá, trình độ đo kiểm, trình độ tay nghề của công nhân. Miền sai lệch cho phép giữa kích thước thực và kích thước danh nghĩa phụ thuộc vào mức độ chính xác yêu cầu và tính chất lắp ghép của các chi tiết máy.

c. Kích thước giới hạn

Để xác định phạm vi cho phép của sai số kích thước khi chế tạo, người ta quy định hai kích thước giới hạn: Kích thước giới hạn lớn nhất của lỗ là $D_{\max}$ của trục là $d_{\max}$

Kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ là $D_{\min}$ của trục là $d_{\min}$

Kích thước giới hạn là hai kích thước lớn nhất và nhỏ nhất mà kích thước thực của chi tiết đạt yêu cầu cần phải nằm trong phạm vi đó.

Chi tiết gia công được xem là đạt yêu cầu khi kích thước thực của nó phải thỏa mãn bất đẳng thức sau:

- Kích thước lỗ đạt yêu cầu khi: $D_{\min} \leq D_t \leq D_{\max}$ (D_t là kích thước thực sau khi gia công).
- Kích thước trục đạt yêu cầu khi: $d_{\min} \leq d_t \leq d_{\max}$ (d_t là kích thước thực sau gia công).

1.2.2.2 Sai lệch giới hạn

Sai lệch giới hạn là hiệu đại số giữa các kích thước giới hạn và kích thước danh nghĩa. Tương ứng với hai kích thước giới hạn sẽ có hai sai lệch giới hạn.

a. Sai lệch giới hạn trên (Ký hiệu: ES, es)

Sai lệch giới hạn trên là hiệu đại số giữa các kích thước giới hạn lớn nhất và kích thước danh nghĩa.

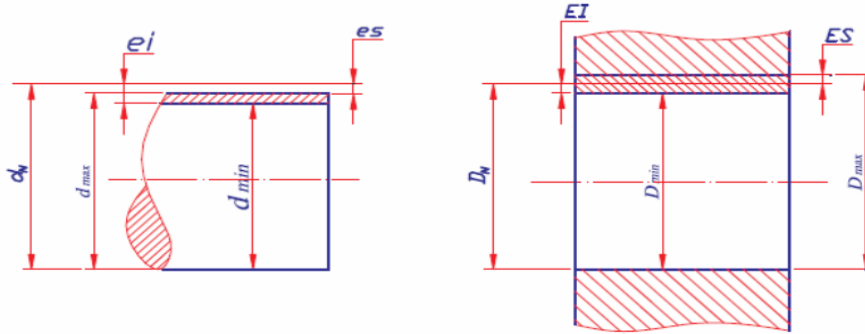
- Đối với lỗ: $ES = D_{\max} - D$
- Đối với trục: $es = d_{\max} - d$

b. Sai lệch giới hạn dưới (Ký hiệu: EI, ei)

Sai lệch giới hạn dưới là hiệu đại số giữa các kích thước giới hạn nhỏ nhất và kích thước danh nghĩa.

- Đối với lỗ: $EI = D_{\min} - D$
- Đối với trục: $ei = d_{\min} - d$

Ghi chú: Sai lệch giới hạn có thể có giá trị âm, dương hoặc bằng không và chúng được ghi trên bản vẽ bên cạnh kích thước danh nghĩa, có đơn vị tính là mm. Trong bảng tiêu chuẩn dung sai chúng có đơn vị là micrômét (μm). Sai lệch giới hạn trên luôn luôn lớn hơn sai lệch giới hạn dưới.



Hình 1.3. Kích thước giới hạn và Sai lệch giới hạn của trục và lỗ

1.2.2.3 Dung sai (Ký hiệu: T)

Khi gia công kích thước thực được phép sai lệch với kích thước danh nghĩa trong phạm vi giữa hai kích thước giới hạn. Phạm vi sai số cho phép đó được gọi là dung sai. Dung sai là hiệu giữa kích thước giới hạn lớn nhất và kích thước giới hạn nhỏ nhất và được ký hiệu là T (Tolerance).

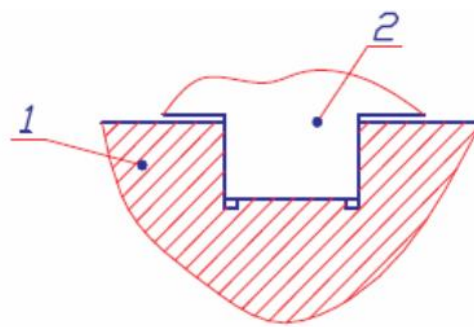
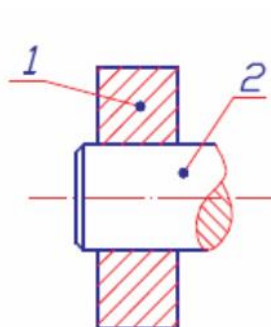
- Dung sai của lỗ: $T_D = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$
- Dung sai của trục: $T_d = d_{\max} - d_{\min} = es - ei$

Ghi chú: Dung sai **luôn luôn dương ($T > 0$)**; đơn vị của dung sai có thể là mm hoặc μm ; **Trị số dung sai lớn thì độ chính xác của chi tiết thấp và ngược lại.** Vậy dung sai là đặc trưng cho độ chính xác của kích thước.

1.2.3 Khái niệm về lắp ghép

Hai hay nhiều chi tiết phối hợp với nhau một cách cố định (đai ốc lắp vào bulông) hoặc di động (như piston trong xilanh) thì tạo thành mối ghép. Những bề mặt và kích thước mà dựa theo chúng các chi tiết phối hợp với nhau thì gọi là bề mặt lắp ghép và kích thước lắp ghép. Bề mặt lắp ghép thường là bề mặt bao và bị bao.

Các bề mặt lắp ghép được chia làm hai loại: bề mặt bao (chi tiết 1 trên hình 1.4; 1.5) và bề mặt bị bao (chi tiết 2 hình 1.4; 1.5). Mỗi lắp ghép bao giờ cũng có chung một kích thước danh nghĩa cho cả chi tiết và gọi là kích thước danh nghĩa của lắp ghép.



Hình 1.4. Lắp ghép: 1- Lỗ, 2- Trục Hình 1.5. Lắp ghép: 1- Rãnh trượt, 2- Con trượt

Kích thước bề mặt bao được kí hiệu là D hoặc B ;

Kích thước bề mặt bị bao được kí hiệu là d hoặc b .

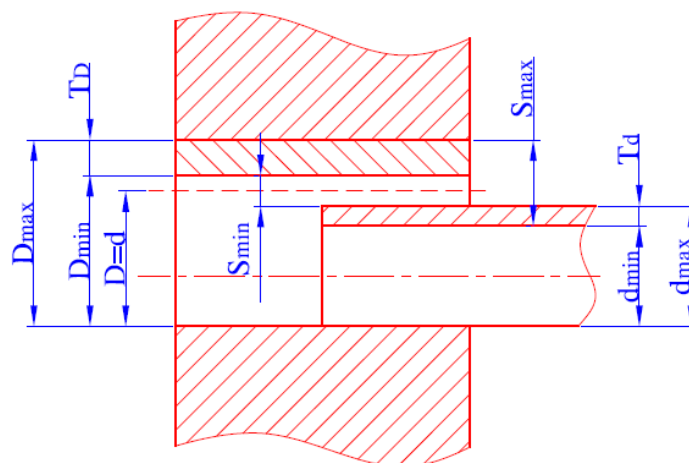
Các mối ghép sử dụng trong chế tạo máy có thể phân loại theo hình dạng bề mặt lắp ghép.

- Lắp ghép bề mặt trơn gồm có:
 - + Lắp ghép trụ trơn, bề mặt lắp ghép là mặt trụ trơn;
 - + Lắp ghép phẳng, bề mặt lắp ghép là mặt phẳng (ví dụ: lắp ghép giữa then với rãnh trên trục và rãnh trên bạc, giữa vòng séc măng và rãnh piston).
- Lắp ghép ren, bề mặt lắp ghép là bề mặt xoắn vít có dạng prôfin tam giác, hình thang hoặc nửa hình tròn;
- Lắp ghép truyền động bánh răng, bề mặt lắp ghép là bề mặt tiếp xúc một cách chu kỳ của các bánh răng (hình trụ, côn, sóng).

Đặc trưng (đặc tính) của lắp ghép: được xác định bởi hiệu số giữa kích thước bao và kích thước bị bao; dựa vào đặc tính của lắp ghép, các lắp ghép được phân làm 3 nhóm như sau:

1.2.3.1 Lắp ghép có độ hở (lắp lỏng)

- Trong nhóm lắp ghép lỏng kích thước giới hạn của lỗ luôn luôn lớn hơn kích thước giới hạn của trục, độ hở trong lắp ghép đặc trưng cho sự dịch chuyển tương đối tự do giữa hai chi tiết trong lắp ghép, hình 1.6. Nếu độ hở càng lớn thì khả năng dịch chuyển tương đối càng nhiều và ngược lại.
- Độ hở trong lắp ghép được kí hiệu là S và được tính bằng hiệu số giữa kích thước giới hạn của lỗ và của trục; các đặc trưng của mối ghép:



Hình 1.6. Lắp ghép có độ hở (lắp lỏng)

- + Độ hở lớn nhất là hiệu số giữa kích thước giới hạn lớn nhất của lỗ và kích thước giới hạn nhỏ nhất của trục; hoặc là hiệu số giữa sai lệch giới hạn trên của lỗ và sai lệch giới hạn dưới của trục.

$$S_{\max} = ES - ei = D_{\max} - d_{\min}$$

- + Độ hở nhỏ nhất: là hiệu số giữa kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ và kích thước giới hạn lớn nhất của trục hoặc là hiệu số giữa sai lệch giới hạn dưới của lỗ và sai lệch giới hạn trên của trục.

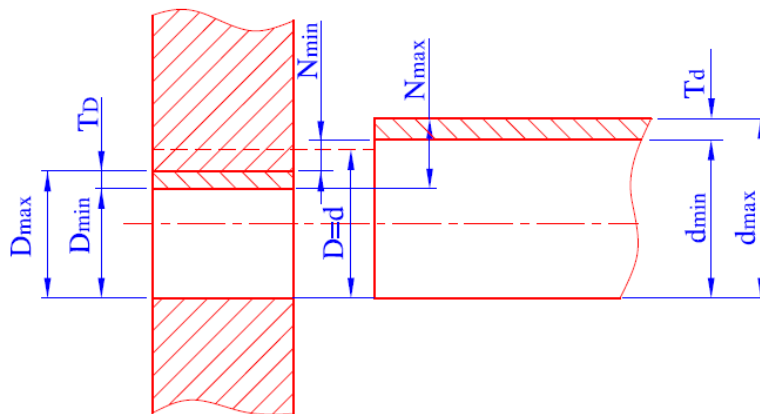
$$S_{\min} = EI - es = D_{\min} - d_{\max}$$

- + Độ hở trung bình:
$$S_{tb} = \frac{(S_{\max} + S_{\min})}{2}$$
- + Dung sai độ hở hoặc dung sai lắp ghép là hiệu số giữa độ hở lớn nhất và độ hở nhỏ nhất hoặc bằng tổng dung sai lỗ và trục:

$$T_S = T_d + T_D = S_{\max} - S_{\min}$$

1.2.3.2 Lắp ghép có độ dôi (lắp chặt)

- Trong nhóm lắp chặt kích thước giới hạn của bề mặt bị bao luôn lớn hơn kích thước giới hạn của bề mặt bao, bảo đảm là lắp ghép luôn luôn có độ dôi, hình 1.7



Hình 1.7. Lắp ghép có độ dôi (lắp chặt)

- Độ dôi trong lắp ghép được ký hiệu là N và được tính bằng hiệu số giữa kích thước giới hạn của trục và lỗ.
- + Độ dôi lớn nhất là hiệu số giữa kích thước giới hạn lớn nhất của trục và kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ hoặc hiệu số giữa sai lệch giới hạn trên của trục và sai lệch giới hạn dưới của lỗ:

$$N_{\max} = es - EI = d_{\max} - D_{\min}$$

- + Độ dôi nhỏ nhất là hiệu số giữa kích thước giới hạn nhỏ nhất của trục và kích thước giới hạn lớn nhất của lỗ hoặc là sai số giữa sai lệch giới hạn dưới của trục và sai lệch giới hạn trên của lỗ:

$$N_{\min} = ei - ES = d_{\min} - D_{\max}$$

- + Độ dôi trung bình:

$$N_{tb} = \frac{(N_{\max} + N_{\min})}{2}$$

- + Dung sai độ dôi hoặc dung sai của lắp ghép là hiệu số giữa độ dôi lớn nhất và độ dôi nhỏ nhất hoặc bằng tổng dung sai của lỗ và trục.

$$T_N = T_D + T_d = N_{\max} - N_{\min}$$

1.2.3.3 Lắp ghép trung gian

- Trong nhóm lắp ghép này, miền dung sai kích thước của bề mặt bao bố trí xen lẫn miền dung sai kích thước bề mặt bị bao; tùy theo kích thước thực tế của lỗ và trục mà lắp ghép có độ hở hoặc độ dôi.
- Độ hở lớn nhất trong lắp ghép trung gian là hiệu số giữa kích thước giới hạn lớn nhất của lỗ và kích thước giới hạn nhỏ nhất của trục hoặc là hiệu số giữa sai lệch giới hạn trên của lỗ và sai lệch giới hạn dưới của trục:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

- Độ dôi lớn nhất trong lắp ghép trung gian là hiệu số giữa kích thước giới hạn lớn nhất của trục và kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ hoặc là hiệu số giữa sai lệch giới hạn trên của trục và sai lệch giới hạn dưới của lỗ:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI$$

- Độ hở hoặc độ dôi trung bình của lắp ghép trung gian được xác định như sau:
- + Nếu lắp ghép có độ hở lớn nhất lớn hơn độ dôi lớn nhất: $S_{\max} > N_{\max}$ thì tính độ hở trung bình theo công thức sau:

$$S_{tb} = \frac{(S_{\max} - N_{\max})}{2}$$

- + Nếu lắp ghép có độ dôi lớn nhất lớn hơn độ hở lớn nhất $N_{\max} > S_{\max}$ thì tính độ dôi trung bình theo công thức sau:

$$N_{tb} = \frac{(N_{\max} - S_{\max})}{2}$$

- Dung sai của lắp ghép trung gian là dung sai có độ hở hoặc dung sai có độ dôi và bằng tổng độ hở lớn nhất và độ dôi lớn nhất, hoặc bằng tổng dung sai của lỗ và trục:

$$T_{SN} = T_{NS} = N_{\max} + S_{\max} = T_d + T_D$$

1.2.4 Biểu diễn sơ đồ phân bố dung sai của lắp ghép

Để đơn giản và thuận tiện, người ta biểu diễn lắp ghép dưới dạng sơ đồ phân bố miền dung sai lắp ghép:

- Dùng một đường thẳng nằm ngang biểu thị vị trí của kích thước danh nghĩa, tại vị trí đó sai lệch của kích thước bằng 0, nên còn gọi là đường không và trục tung biểu thị giá trị sai lệch của các giới hạn tính bằng micrômét (μm). Sai lệch kích thước được phân bố về hai phía đối với kích thước danh nghĩa, sai lệch dương ở phía trên sai lệch âm ở phía dưới.

Ví dụ: Biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép bề mặt tròn có kích thước:

$$D = \varnothing 50^{+0,025}; d = \varnothing 50_{-0,025}^{-0,009}$$

Bài giải:

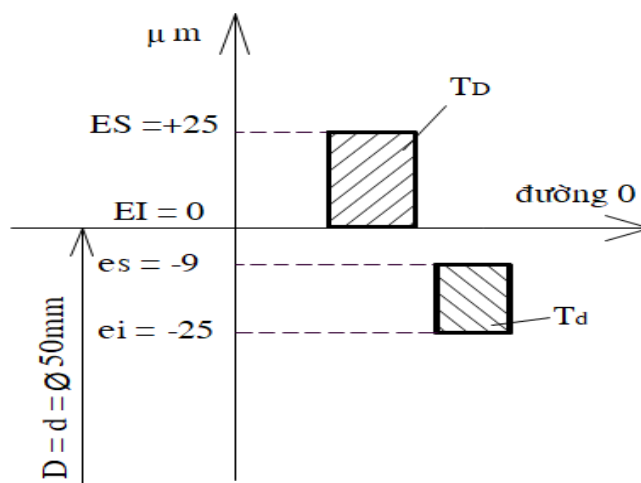
Sai lệch giới hạn của kích thước lỗ: $ES = +25\mu\text{m}$, $EI = 0$

Sai lệch giới hạn của kích thước trục: $es = -9\mu\text{m}$, $ei = -25\mu\text{m}$

Sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép được thể hiện trên hình 1.8.

Tung độ của hai cạnh nằm ngang của hình chữ nhật là vị trí kích thước giới hạn hoặc sai lệch giới hạn của lỗ và trục.

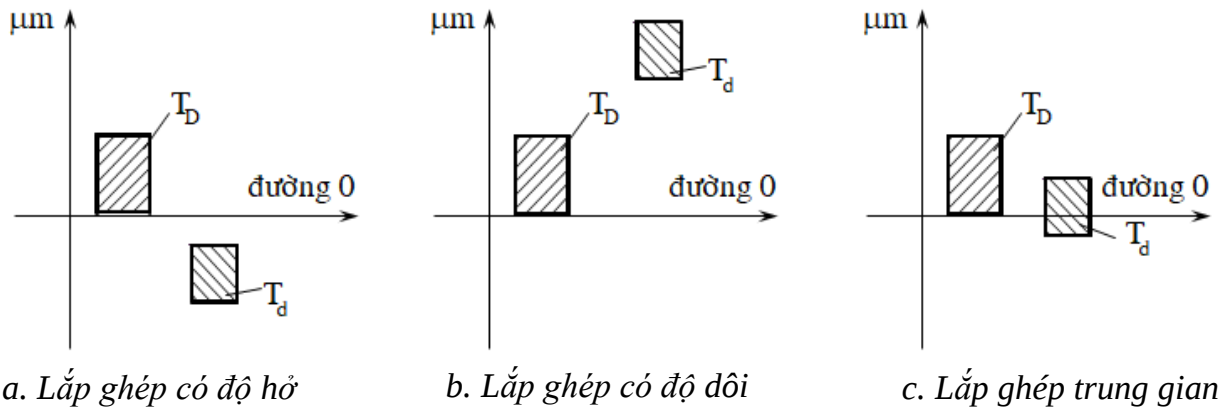
Nhìn sơ đồ phân bố miền dung sai ta biết ngay được giá trị của sai lệch giới hạn, kích thước giới hạn, dung sai và dễ dàng nhận biết được đặc tính của lắp ghép.



Hình 1.8. Sơ đồ phân bố miền dung sai

- Nhìn sơ đồ phân bố miền dung sai ta biết ngay được giá trị của sai lệch giới hạn, kích thước giới hạn, dung sai và dễ dàng nhận biết được đặc tính của lắp ghép.

- Đặc tính của lắp ghép: lắp ghép có độ hở khi miền dung sai của lỗ nằm trên miền dung sai của trục, lắp ghép có độ dôi khi miền dung sai của lỗ nằm dưới miền dung sai của trục, lắp ghép trung gian khi miền dung sai của lỗ và miền dung sai của trục có phần chung.



Hình 1.9. Đặc tính (đặc trưng) của lắp ghép

1.2.5 Một số ví dụ áp dụng

1.2.5.1 Ví dụ 1.1

Cho chi tiết trục có kích thước danh nghĩa là: $d_N=30\text{mm}$; $d_{\max} = 29,955 \text{ mm}$, $d_{\min} = 29,890 \text{ mm}$.
 Tính sai lệch giới hạn và dung sai. Trục được gia công có $d_t = 29.935 \text{ mm}$ có đạt yêu cầu không?

Bài giải:

- Tính sai lệch giới hạn của trục: es, ei

Ta có: $es = d_{\max} - d_N \Rightarrow es = 29,955 - 30 = - 0,045 \text{ mm}$

$$ei = d_{\min} - d_N \Rightarrow ei = 29,890 - 30 = - 0,11 \text{ mm}$$

- Tính dung sai của trục: T_d

$$T_d = es - ei = -0,045 - (- 0,11) = 0,065 \text{ mm}$$

- Chi tiết trục đạt yêu cầu khi kích thước thực thỏa mãn điều kiện sau: $d_{\min} \leq d_t \leq d_{\max}$

$$\Rightarrow 29,890 \leq 29.935 \leq 29,955$$

Vậy chi tiết trục đã gia công là đạt yêu cầu.

1.2.5.2 Ví dụ 1.2

Cho chi tiết lỗ có kích thước danh nghĩa là: $D_N= 50\text{mm}$; $D_{\max} = 50,025 \text{ mm}$, $D_{\min} = 50,010 \text{ mm}$.
 Tính sai lệch giới hạn và dung sai. Lỗ được gia công có $D_t = 50,020 \text{ mm}$ có đạt yêu cầu không?

Bài giải:

- Tính sai lệch giới hạn của trục: ES, EI

$$\text{Ta có: } ES = D_{\max} - D_N \Rightarrow ES = 50,025 - 50 = 0,025 \text{ mm}$$

$$EI = D_{\min} - D_N \Rightarrow EI = 50,010 - 50 = 0,010 \text{ mm}$$

- Tính dung sai của trục: T_D

$$T_D = ES - EI = 0,025 - (-0,010) = 0,015 \text{ mm}$$

- Chi tiết trục đạt yêu cầu khi kích thước thực thỏa mãn điều kiện sau: $D_{\min} \leq D_t \leq D_{\max}$

$$\Rightarrow 50,010 \leq 50,020 \leq 50,025$$

Vậy chi tiết lỗ đã gia công là đạt yêu cầu.

1.2.5.3 Ví dụ 1.3

Tính các kích thước giới hạn và dung sai của các chi tiết sau: $D = \varnothing 60_{-0,025}^{+0,032}$; $d = \varnothing 130_{-0,012}^{+0,006}$

Bài giải:

Chi tiết lỗ: $D = \varnothing 60_{-0,025}^{+0,032}$. Ta có: $D_N = 60 \text{ mm}$

$$ES = +0,032 \text{ mm}$$

$$EI = -0,025 \text{ mm}$$

- Kích thước giới hạn:

- + Kích thước giới hạn lớn nhất:

$$\text{Ta có: } ES = D_{\max} - D_N \Rightarrow D_{\max} = D_N + ES = 60 + 0,032 = 60,032 \text{ mm}$$

- + Kích thước giới hạn nhỏ nhất:

$$\text{Ta có: } EI = D_{\min} - D_N \Rightarrow D_{\min} = D_N + EI = 60 - 0,025 = 59,975 \text{ mm}$$

- Dung sai:

$$T_D = ES - EI = +0,032 - (-0,025) = 0,057 \text{ mm}$$

Chi tiết trục: $d = \varnothing 130_{-0,012}^{+0,006}$. Ta có: $d_N = 130 \text{ mm}$

$$es = +0,006 \text{ mm}$$

$$ei = -0,012 \text{ mm}$$

- Kích thước giới hạn:

- + Kích thước giới hạn lớn nhất:

$$\text{Ta có: } es = d_{\max} - d_N \Rightarrow d_{\max} = d_N + es = 130 + 0,006 = 130,006 \text{ mm}$$

- + Kích thước giới hạn nhỏ nhất:

$$\text{Ta có: } ei = d_{\min} - d_N \Rightarrow d_{\min} = d_N + ei = 130 - 0,012 = 129,988 \text{ mm}$$

- Dung sai:

$$T_d = es - ei = +0,006 - (-0,012) = 0,018 \text{ mm}$$

1.2.5.4 Ví dụ 1.4

Cho kiểu lắp trong đó chi tiết lỗ có kích thước $\varnothing 80_0^{+0,03}$ và chi tiết trục có kích thước $\varnothing 80_{+0,032}^{+0,051}$.

Hãy thực hiện các yêu cầu sau:

- Xác định sai lệch giới hạn của chi tiết lỗ và trục;
- Tính kích thước giới hạn của chi tiết lỗ và trục;
- Tính dung sai kích thước chi tiết lỗ và trục;
- Vẽ sơ đồ phân bố miền dung sai (sơ đồ lắp ghép);
- Xác định đặc tính lắp ghép và tính các thông số đặc trưng của mối ghép.

Bài giải:

- Xác định sai lệch giới hạn của chi tiết lỗ và trục

Chi tiết lỗ $\varnothing 80_0^{+0,03}$; Ta có $ES = + 0,03\text{mm}$, $EI = 0$

Chi tiết trục $\varnothing 80_{+0,032}^{+0,051}$; Ta có $es = + 0,051\text{mm}$, $ei = + 0,032\text{ mm}$

- Tính kích thước giới hạn của chi tiết lỗ và trục

– Chi tiết lỗ $\varnothing 80_0^{+0,03}$

Ta có: $ES = D_{\max} - D_N$

$$\Rightarrow D_{\max} = D_N + ES = 80 + 0,03 = 80,03\text{ mm}$$

$$EI = D_{\min} - D_N$$

$$\Rightarrow D_{\min} = D_N + EI = 80 + 0 = 80\text{ mm}$$

– Chi tiết trục $\varnothing 80_{+0,032}^{+0,051}$

– Ta có: $es = d_{\max} - d_N$

$$\Rightarrow d_{\max} = d_N + es = 80 + 0,051 = 80,051\text{ mm}$$

$$ei = d_{\min} - d_N$$

$$\Rightarrow d_{\min} = d_N + ei = 80 + 0,032 = 80,032\text{ mm}$$

- Tính dung sai kích thước chi tiết lỗ và trục

– Dung sai chi tiết lỗ: $T_D = ES - EI = 0,03 - 0 = 0,03\text{ mm}$

– Dung sai chi tiết trục: $T_d = es - ei = 0,051 - 0,032 = 0,019\text{ mm}$

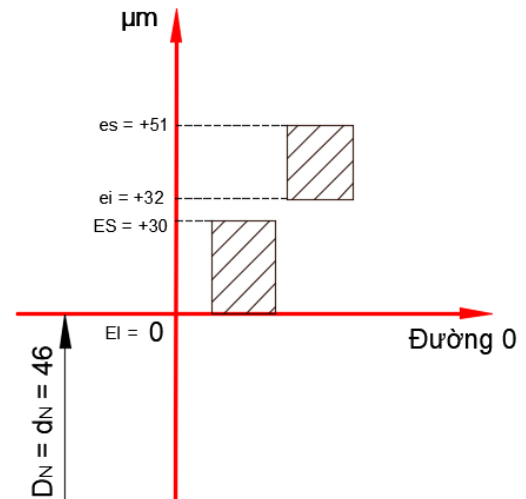
d. Vẽ sơ đồ phân bố miền dung sai

Ta có: $ES = + 0,03\text{mm} = + 30 \mu\text{m}$

$EI = 0$

$es = + 0,051\text{mm} = + 51 \mu\text{m}$

$ei = + 0,032 \text{ mm} = + 32 \mu\text{m}$



e. Xác định đặc tính lắp ghép và tính các thông số đặc trưng của mối ghép

- Xác định đặc tính lắp ghép: Nhìn vào sơ đồ lắp ghép ta thấy miền dung sai của lỗ nằm dưới miền dung sai của trục ($ei > ES$) nên đây là kiểu lắp chặt.
- Tính các thông số đặc trưng của mối ghép:

Độ dôi lớn nhất: $N_{\max} = es - EI = 51 - 0 = 51 \mu\text{m} = 0,051 \text{ mm}$

Độ dôi nhỏ nhất: $N_{\min} = ei - ES = 32 - 30 = 2 \mu\text{m} = 0,002 \text{ mm}$

Độ dôi trung bình: $N_{tb} = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2} = \frac{51 + 2}{2} = 26,5 \mu\text{m} = 0,0265 \text{ mm}$

Dung sai của mối ghép: $T_N = T_D + T_d = 0,03 + 0,019 = 0,049 \text{ mm}$

1.2.5.5 Ví dụ 1.5

Cho kiểu lắp trong đó chi tiết lỗ có kích thước $\varnothing 50_{+0,025}^{+0,064}$ và chi tiết trục có kích thước $\varnothing 50_{-0,016}^0$.

Hãy thực hiện các yêu cầu sau:

- a. Vẽ sơ đồ phân bố miền dung sai (sơ đồ lắp ghép)
- b. Xác định đặc tính lắp ghép và tính các thông số đặc trưng của mối ghép.

Bài giải:

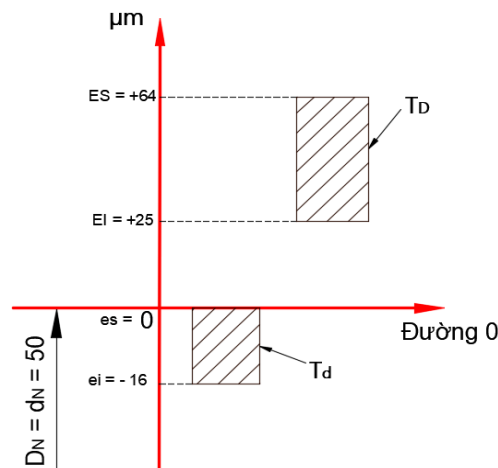
a. Vẽ sơ đồ phân bố dung sai (sơ đồ lắp ghép)

Ta có: $ES = + 0,064 \text{ mm} = + 64 \mu\text{m}$

$EI = + 0,025 \text{ mm} = 25 \mu\text{m}$

$es = 0$

$ei = - 0,016 \text{ mm} = - 16 \mu\text{m}$



b. Xác định đặc tính lắp ghép và tính các thông số đặc trưng của mỗi ghép

- Xác định đặc tính lắp ghép: Nhìn vào sơ đồ lắp ghép ta thấy miền dung sai của lỗ nằm trên miền dung sai của trục ($EI > es$) nên đây là kiểu lắp lỏng.

- Tính các thông số đặc trưng của mỗi ghép:

$$\text{Độ hở lớn nhất: } S_{\max} = ES - ei = 64 - (-16) = 80 \mu\text{m} = 0,080 \text{ mm}$$

$$\text{Độ hở nhỏ nhất: } S_{\min} = EI - es = 25 - 0 = 25 \mu\text{m} = 0,025 \text{ mm}$$

$$\text{Độ hở trung bình: } S_{\text{tb}} = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = \frac{80 + 25}{2} = 52,5 \mu\text{m} = 0,0525 \text{ mm}$$

$$\text{Dung sai của mỗi ghép: } T_S = S_{\max} - S_{\min} = 80 - 25 = 55 \mu\text{m} = 0,055 \text{ mm}$$

1.2.5.6 Ví dụ 1.6

Cho kiểu lắp trong đó chi tiết lỗ có kích thước $\varnothing 65_0^{+0,03}$ và chi tiết trục có kích thước $\varnothing 65_{+0,02}^{+0,05}$.

Hãy thực hiện các yêu cầu sau:

- Vẽ sơ đồ phân bố miền dung sai (sơ đồ lắp ghép);
- Xác định đặc tính lắp ghép và tính các thông số đặc trưng của mỗi ghép.

Bài giải:

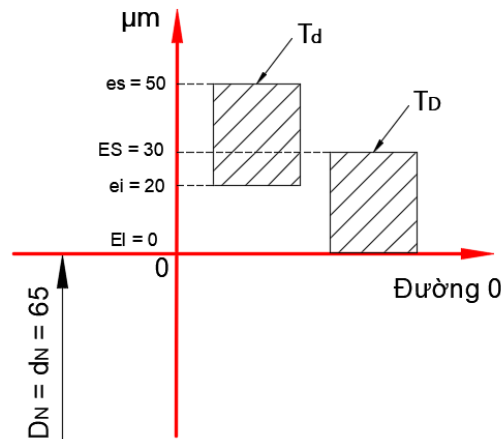
a. Vẽ sơ đồ phân bố miền dung sai (sơ đồ lắp ghép)

$$\text{Ta có: } ES = +0,03 \text{ mm} = +30 \mu\text{m}$$

$$EI = 0$$

$$es = +0,05 \text{ mm} = +50 \mu\text{m}$$

$$ei = +0,02 \text{ mm} = +20 \mu\text{m}$$



b. Xác định đặc tính lắp ghép và tính các thông số đặc trưng của mỗi ghép

- Xác định đặc tính lắp ghép: Nhìn vào sơ đồ lắp ghép ta thấy miền dung sai của lỗ và miền dung sai của trục có phần chung ($es > EI$, $ES > ei$) nên đây là kiểu lắp trung gian.
- Tính các thông số đặc trưng của mỗi ghép:

Độ hở lớn nhất: $S_{\max} = ES - ei = 30 - 20 = 10 \mu\text{m}$

Độ dôi lớn nhất: $N_{\max} = es - EI = 50 - 0 = 50 \mu\text{m}$

Vì $N_{\max} > S_{\max}$ nên ta tính N_{tb} :

Độ dôi trung bình: $N_{\text{tb}} = \frac{N_{\max} - S_{\max}}{2} = \frac{50 - 10}{2} = 20 \mu\text{m}$

Dung sai của mỗi ghép: $T_{\text{NS}} = T_{\text{SN}} = S_{\max} + N_{\max} = 10 + 50 = 60 \mu\text{m}$

1.2.6. Câu hỏi ôn tập và bài tập

1. Thế nào là tính đổi lẫn chức năng? Ý nghĩa của nó đối với sản xuất và sử dụng?
2. Phân biệt các kích thước danh nghĩa, kích thước thực và kích thước giới hạn?
3. Tại sao phải quy định kích thước giới hạn và dung sai. Điều kiện để đánh giá kích thước chi tiết chế tạo ra là đạt yêu cầu hay không đạt yêu cầu là gì?
4. Thế nào là sai lệch giới hạn, cách kí hiệu và phương pháp tính?
5. Thế nào là lắp ghép, nhóm lắp ghép và đặc trưng (đặc tính) của chúng ?
6. Hãy phân biệt dung sai kích thước chi tiết và dung sai của lắp ghép?
7. Trình bày cách biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép?
8. Chi tiết trục có kích thước danh nghĩa: $d_N = 30\text{mm}$, kích thước giới hạn: $d_{\max} = 29,980 \text{ mm}$ và $d_{\min} = 29,959 \text{ mm}$
 - Tính sai lệch giới hạn và dung sai kích thước.
 - Trục gia công xong có kích thước thực là: $d_t = 29,985 \text{ mm}$, có đạt yêu cầu không, tại sao?

9. Chi tiết lỗ có kích thước danh nghĩa: $D_N = 55 \text{ mm}$, kích thước giới hạn: $D_{\max} = 55,046 \text{ mm}$ và $D_{\min} = 55 \text{ mm}$

– Tính sai lệch giới hạn và dung sai kích thước.

– Lỗ gia công xong có kích thước thực là: $D_{th} = 55,025 \text{ mm}$, có đạt yêu cầu không, tại sao?

10. Tính kích thước giới hạn và dung sai kích thước chi tiết trong các trường hợp sau:

a. $\varnothing 80_0^{+0,074}$

c. $\varnothing 150_{+0,043}^{+0,143}$

e. $\varnothing 90_{0,003}^{+0,025}$

b. $\varnothing 100_{+0,120}^{+0,207}$

d. $\varnothing 70_{-0,046}^0$

f. $\varnothing 120_{+0,079}^{+0,101}$

11. Cho các lắp ghép trong bảng dưới đây:

TT	Kích thước lỗ	Kích thước trục	TT	Kích thước lỗ	Kích thước trục
1.	$\varnothing 45_0^{+0,025}$	$\varnothing 45_{-0,025}^{-0,009}$	4.	$\varnothing 125_{-0,068}^{-0,028}$	$\varnothing 125_{-0,025}^0$
2.	$\varnothing 100_0^{+0,054}$	$\varnothing 100_{-0,207}^{-0,120}$	5.	$\varnothing 65_0^{+0,030}$	$\varnothing 65_{+0,020}^{+0,039}$
3.	$\varnothing 60_0^{+0,030}$	$\varnothing 60_{+0,053}^{+0,072}$	6.	$\varnothing 120_{-0,0175}^{+0,0175}$	$\varnothing 120_{-0,022}^0$

Anh/Chị hãy thực hiện các yêu cầu sau:

a. Xác định sai lệch giới hạn của chi tiết lỗ và trục;

b. Tính kích thước giới hạn và dung sai kích thước lỗ và trục;

c. Vẽ sơ đồ phân bố miền dung sai;

d. Xác định đặc tính của lắp ghép và tính các thông số đặc trưng của mối ghép.

12. Cho lắp ghép trong đó kích thước lỗ là $\varnothing 55_{+0,030}^{+0,030}$. Tính sai lệch giới hạn của trục trong các trường hợp sau:

a. Độ hở giới hạn của lắp ghép là: $S_{\max} = 136\mu\text{m}$, $S_{\min} = 60\mu\text{m}$.

b. Độ dôi giới hạn của lắp ghép là: $N_{\max} = 51\mu\text{m}$, $N_{\min} = 2 \mu\text{m}$.

c. Độ hở và độ dôi giới hạn của lắp ghép là: $S_{\max} = 39,5\mu\text{m}$; $N_{\max} = 9,5\mu\text{m}$.

13. Cho kích thước chi tiết trục $\varnothing 30_{-0,02}^{-0,02}$. Kích thước sau gia công $d_t = 29,98 \text{ mm}$.

a. Xác định sai lệch giới hạn của chi tiết trục;

b. Tính kích thước giới hạn và dung sai kích thước của trục;

c. Kiểm tra kích thước trục có đạt yêu cầu không?

CHƯƠNG 2. HỆ THỐNG DUNG SAI LẮP GHÉP BỀ MẶT TRON

2.1 Mục tiêu:

2.1.1 Kiến thức:

- Trình bày được những nội dung cơ bản của hệ thống dung sai lắp ghép bề mặt tròn theo TCVN;
- Phân biệt được lắp ghép theo hệ thống trục và hệ thống lỗ.

2.1.2 Kỹ năng:

- Ghi được ký hiệu dung sai và lắp ghép trên bản vẽ;
- Sử dụng được các bảng tra hệ thống dung sai lắp ghép;
- Tính toán được dung sai kích thước và dung sai lắp ghép của các mối ghép;
- Xác định được đặc tính lắp ghép của mối ghép.

2.2 Nội dung chương:

2.2.1 Hệ thống dung sai

Trong chương 1 đã nêu sự cần thiết phải quy định dung sai và đưa thành tiêu chuẩn thống nhất của Quốc gia hay Quốc tế. Để đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế, Nhà Nước Việt Nam đã ban hành hàng loạt các tiêu chuẩn kỹ thuật trong đó có tiêu chuẩn dung sai lắp ghép bề mặt tròn, TCVN 2244-99. Tiêu chuẩn được xây dựng trên cơ sở của tiêu chuẩn quốc tế ISO 286-1:1988. Để quy định trị số dung sai cho các kích thước và đưa thành bảng tiêu chuẩn, trước hết cần quy định ba vấn đề sau:

2.2.1.1 Công thức tính trị số dung sai

Trị số dung sai được tính theo công thức sau: $T = a.i \text{ (}\mu\text{m)}$ (2.1)

Trong đó: i là đơn vị dung sai, được xác định bằng thực nghiệm và phụ thuộc vào phạm vi kích thước danh nghĩa D .

Đối với kích thước từ $1 \div 500 \text{ mm}$ thì: $i = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001D$ (2.2)

a : là hệ số phụ thuộc vào mức độ chính xác của kích thước. Kích thước càng chính xác thì a càng nhỏ, trị số dung sai càng bé và ngược lại a càng lớn thì trị số dung sai lớn, kích thước càng kém chính xác.

Cấp chính xác	5	6	7	8	9	10	11
Hệ số a	7	10	16	25	40	64	100
Cấp chính xác	12	13	14	15	16	17	18
Hệ số a	160	250	400	640	1000	1600	2500

2.2.1.2. Cấp chính xác

TCVN 2244-91 qui định chia mức độ chính xác của kích thước chi tiết ra làm 20 cấp theo thứ tự độ chính xác giảm dần: IT01; IT0; IT1; IT2; IT3; ... ; IT18.

- Cấp chính xác IT01; IT0; IT1; IT2; IT3; IT4: dùng cho các kích thước lắp ghép trong dụng cụ đo, dụng cụ kiểm tra.
- Cấp chính xác từ IT5 đến IT11: dùng cho các kích thước lắp ghép trong các máy và thiết bị thông dụng.
- Cấp chính xác từ IT12 đến IT18: dùng cho các kích thước không lắp ghép hoặc các kích thước của các mối ghép thô.

2.2.1.3. Khoảng kích thước danh nghĩa

Bảng 2.1. Khoảng kích thước danh nghĩa

Kích thước danh nghĩa đến 500 mm			
Khoảng chính		Khoảng trung gian	
Trên	Đến và bao gồm	Trên	Đến và bao gồm
-	3		
3	6		
6	10		
10	18	10 14	14 18
18	30	18 24	24 30
30	50	30 40	40 50
50	80	50 65	65 80
80	120	80 100	100 120
120	180	120 140 160	140 160 180
180	250	180 200 225	200 225 250
250	315	250 280	280 315
315	400	315 355	355 400
400	500	400 450	450 500

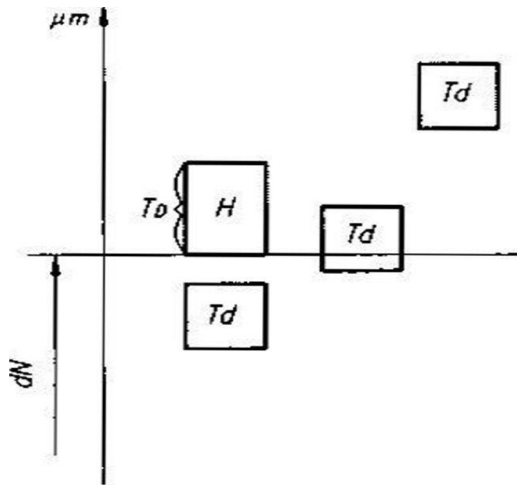
Trong cùng 1 cấp chính xác thì trị số dung sai chỉ phụ thuộc vào i tức là phụ thuộc vào kích thước, công thức (2.2). Nếu quy định dung sai cho tất cả các kích thước thì số giá trị dung sai sẽ rất lớn, bảng giá trị dung sai tiêu chuẩn sẽ phức tạp, sử dụng không tiện lợi. Mặt khác theo quan hệ (2.2) thì dung sai của các kích thước liền kề nhau sai khác nhau không đáng kể. Vì vậy để đơn giản, thuận tiện cho sử dụng người ta phải phân khoảng kích thước danh nghĩa và mỗi khoảng chỉ quy định 1 trị số dung sai đặc trưng, tính theo trị số trung bình của khoảng: $D = \sqrt{D_1 \cdot D_2}$ (D_1 và D_2 là 2 kích thước biên của khoảng). Đối với kích thước từ 1÷500 mm người ta có thể phân thành 13 đến 25 khoảng, bảng 2.1. Do vậy trong công thức (2.1) thì đơn vị dung sai i được tính đối với từng khoảng kích thước danh nghĩa, bảng 2.1. Theo công thức đó, trị số dung sai đã được tính và đưa thành bảng tiêu chuẩn, bảng 2.2.

Bảng 2.2. Trị số dung sai tiêu chuẩn

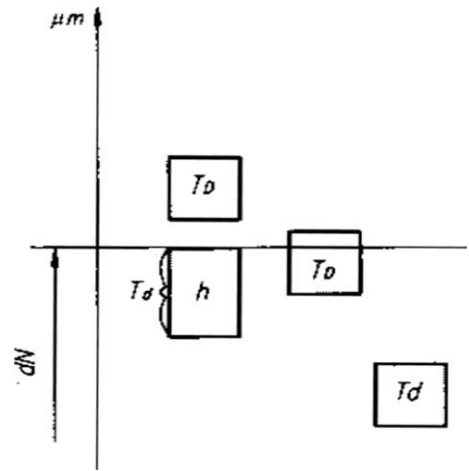
Kích thước danh nghĩa (mm)		Cấp dung sai tiêu chuẩn													
		IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT 17	IT18
Trên	Đến và bao gồm	Dung sai													
		μm							mm						
-	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3	6	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6	10	6	9	15	22	36	58	90	0,12	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10	18	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18	30	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30	50	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80	120	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120	180	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3
180	250	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250	315	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315	400	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400	500	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7

2.2.2 Hệ thống lắp ghép

Để đáp ứng yêu cầu của sản xuất người ta phải quy định hàng loạt các kiểu lắp ghép với những đặc tính khác nhau. Hệ thống các kiểu lắp ghép được quy định dựa theo hai quy luật.



Hình 2.1. Quy luật của hệ thống lỗ cơ bản



Hình 2.2. Quy luật của hệ thống trục cơ bản

2.2.2.1 Phân loại

a. Hệ thống lỗ cơ bản

Quy luật của hệ thống lỗ cơ bản, là hệ thống các kiểu lắp ghép mà vị trí của miền dung sai lỗ là cố định, còn muốn được các kiểu lắp khác nhau ta thay đổi vị trí miền dung sai trục so với kích thước danh nghĩa, hình 2.1; miền dung sai lỗ cơ bản được kí hiệu là H và có đặc tính là:

- Sai lệch dưới: $EI = 0$
- Sai lệch trên: $ES = +T_D$

Sai lệch cơ bản J_s có miền dung sai phân bố đối xứng qua đường 0.

b. Hệ thống trục cơ bản

Quy luật của hệ thống trục cơ bản, là hệ thống các kiểu lắp ghép mà vị trí miền dung sai trục là trục cố định, còn muốn được các kiểu lắp ghép đặc tính khác nhau, ta thay đổi vị trí miền dung sai của lỗ so với kích thước danh nghĩa, hình 2.2. Miền dung sai trục cơ bản được kí hiệu là h và có đặc tính là:

- Sai lệch trên: $es = 0$
- Sai lệch dưới: $ei = -T_d$

Sai lệch cơ bản j_s có miền dung sai phân bố đối xứng qua đường 0.

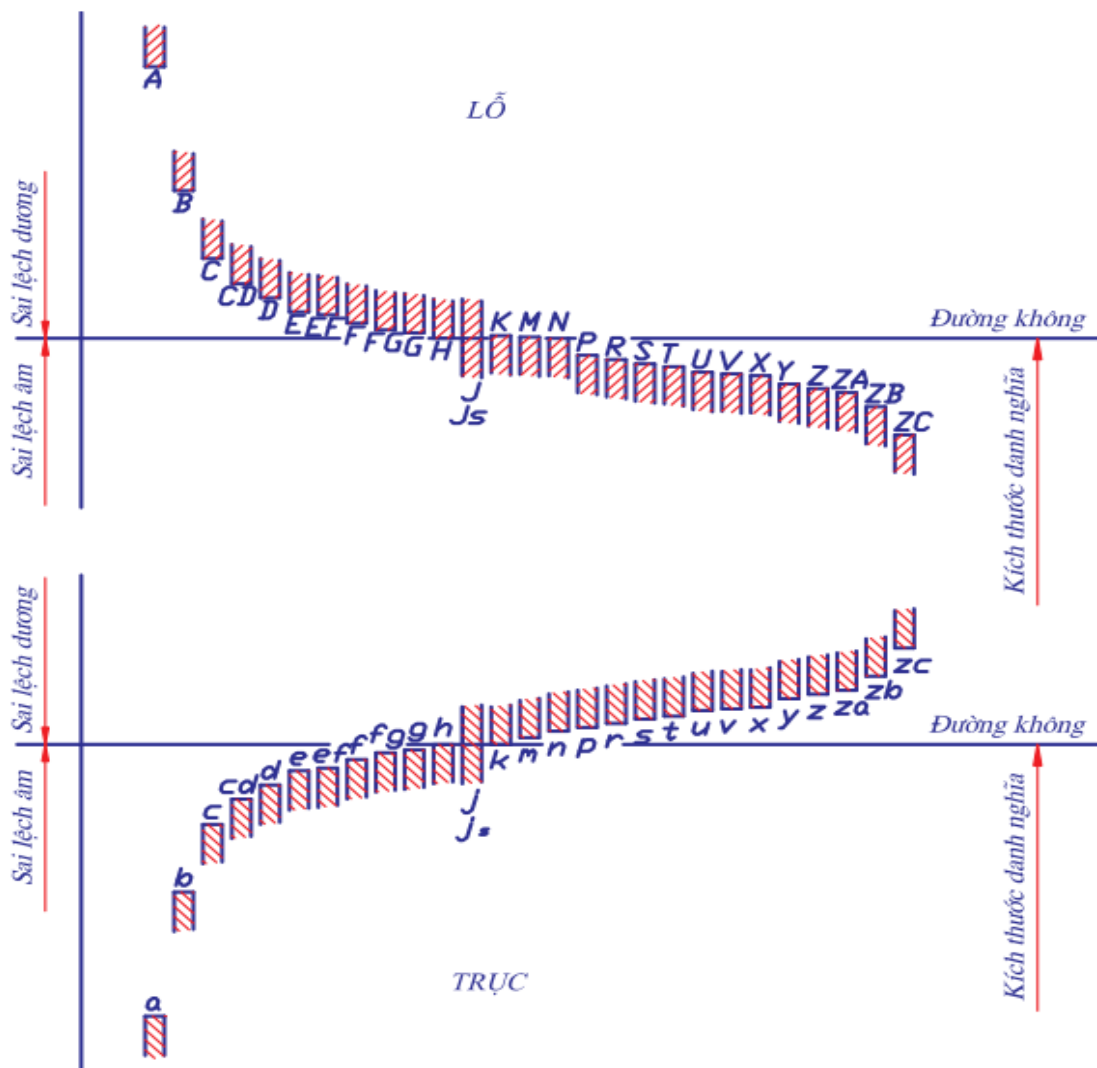
Như vậy theo hai quy luật trên, để quy định một dãy các miền dung sai của trục và của lỗ tùy theo các đặc tính lắp ghép mà ta yêu cầu. Vị trí mỗi miền dung sai của dãy được xác định

bởi giá trị của “sai lệch cơ bản”.

2.2.2.2 Sai lệch cơ bản

Sai lệch cơ bản là một hàm của kích thước, nó xác định miền dung sai so với kích thước danh nghĩa.

Đối với những miền dung sai nằm ở phía trên kích thước danh nghĩa thì sai lệch cơ bản là sai lệch giới hạn dưới của chúng, còn những miền dung sai nằm ở phía dưới kích thước danh nghĩa thì sai lệch cơ bản là sai lệch giới hạn trên của chúng, hình 2.3.



Hình 2.3. Sơ đồ sai lệch cơ bản của lỗ và trục

Sai lệch cơ bản của dãy các miền dung sai được kí hiệu bằng chữ in: A, B, C, D,...,Z, Z_A, Z_B, Z_C đối với kích thước lỗ và bảng chữ thường: a, b, c,..., z_a, z_b, z_c đối với kích thước trục.

Trị số các sai lệch cơ bản ứng với các kích thước khác nhau quy định theo TCVN 2244-99 và được chỉ dẫn trong các bảng trị số của các sai lệch cơ bản của trục và lỗ.

Từ trị số dung sai tiêu chuẩn và trị số các sai lệch cơ bản ta xác định được giá trị sai lệch giới hạn (ES, EI hoặc es, ei) đối với mỗi miền dung sai tiêu chuẩn.

2.2.2.3 Ký hiệu miền dung sai của kích thước và lắp ghép

Theo quy luật của hệ thống lắp ghép lỗ cơ bản và trục cơ bản, ta có thể hình thành các lắp ghép tiêu chuẩn bằng cách phối hợp miền dung sai lỗ cơ bản (H) với miền dung sai bất kì của trục, ví dụ H/f, hoặc miền dung sai của trục cơ bản (h) với miền dung sai bất kì của lỗ, ví dụ K/h.

Tiêu chuẩn quy định có:

- 81 miền dung sai tiêu chuẩn của trục (16 miền dung sai ưu tiên của trục), bảng 2.3.
- 72 miền dung sai tiêu chuẩn của lỗ (10 miền dung sai ưu tiên của lỗ), bảng 2.4.

Sai lệch giới hạn của lỗ đối với kích thước từ 1 đến 500mm cho trong phụ lục 1 (bảng 5.1) và của trục cho trong phụ lục 1 (bảng 5.2).

Bảng 2.3. Miền dung sai của trục đối với kích thước từ 1 đến 500mm

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

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 kích thước từ 1 đến 500mm

Cấp chính xác	Sai lệch cơ bản																				
	A	B	C	D	E	F	G	H	J ₅	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z
01								H01*	J ₅ 01*												
0								H0*	J ₅ 0*												
1								H1*	J ₅ 1*												
2								H2*	J ₅ 2*												
3								H3*	J ₅ 3*												
4								H4	J ₅ 4*												
5							G5	H5	J ₅ 5	K5	M5	N5									
6							G6	H6	J ₅ 6	K6	M6	N6	P6								
7						F7	G7	H7	J ₅ 7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7					
8				D8	E8	F8		H8	J ₅ 8	K8	M8	N8					U8				
9				D9	E9	F9		H9	J ₅ 9*												
10				D10				H10	J ₅ 10*												
11	A11	B11	C11	D11				H11	J ₅ 11*												
12		B12						H12	J ₅ 12*												
13								H13*	J ₅ 13*												
14								H14*	J ₅ 14*												
15								H15*	J ₅ 15*												
16								H16*	J ₅ 16*												
17								H17*	J ₅ 17*												

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

 : Miền dung sai ưu tiên

a. Lắp ghép tiêu chuẩn

TCVN 2245-91 qui định đối với kích thước danh nghĩa từ 1 đến 500 mm có:

- 69 lắp ghép trong hệ thống lỗ, bảng 2.5.
- 61 lắp ghép trong hệ thống trục, bảng 2.6.

Như vậy ta có thể hình thành ba nhóm lắp ghép như sau:

- Nhóm lắp lỏng bao gồm các lắp ghép: $\frac{H}{a}$, $\frac{H}{b}$, $\frac{H}{h}$ và $\frac{A}{h}$, $\frac{B}{h}$ $\frac{H}{h}$

Độ hở của lắp ghép giảm dần từ $\frac{H}{a}$ đến $\frac{H}{h}$

- Nhóm lắp trung gian bao gồm: $\frac{H}{j}$, $\frac{H}{j_s}$, $\frac{H}{k}$, $\frac{H}{m}$, $\frac{H}{n}$ và $\frac{J}{h}$, $\frac{J_s}{h}$, $\frac{K}{h}$, $\frac{M}{h}$, $\frac{N}{h}$

- Nhóm lắp chặt bao gồm: $\frac{H}{p}$, $\frac{H}{r}$, $\frac{H}{s}$, $\frac{H}{t}$, $\frac{H}{u}$, $\frac{H}{x}$, $\frac{H}{z}$ và $\frac{P}{h}$, $\frac{R}{h}$, $\frac{S}{h}$, $\frac{T}{h}$, $\frac{V}{h}$

Độ dôi của lắp ghép tăng dần từ $\frac{H}{p}$ đến $\frac{H}{z}$

b. Lắp ghép không tiêu chuẩn

Cần đảm bảo hai điều kiện:

- Các lắp ghép được sử dụng trong hệ thống lỗ hay hệ thống trục.

- Khi trị số dung sai của lỗ và trục trong lắp ghép khác nhau thì dung sai của lỗ phải được chọn lớn hơn nhưng không được vượt quá 2 cấp chính xác.

Bảng 2.5. Lắp ghép trong hệ thống lỗ (đối với kích thước từ 1 đến 500mm)

Lỗ cơ bản	Sai lệch cơ bản của trục																					
	a	b	c	d	e		f	g	h		j _s	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	z
H5								H5 g4	H5 h4	H5 j _{s4}	H5 k4	H5 m4	H5 n4									
H6							H6 f6	H6 g5	H6 h5	H6 j _{s5}	H6 k5	H6 m5	H6 n5	H6 p5	H6 r5							
H7			H7 c8	H7 d8	H7 e7	H7 e8	H7 f7	H7 g6	H7 h6	H7 j _{s6}	H7 k6	H7 m6	H7 n6	H7 p6	H7 r6	H7 s6	H7 s7	H7 t6	H7 u6			
H8			H8 c8	H8 d8	H8 e8		H8 f7	H8 f8	H8 h7	H8 h8	H8 j _{s7}	H8 k7	H8 m7	H8 n7		H8 s7			H8 u7	H8 x8	H8 z8	
				H8 d9	H8 e9		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													

Chú thích : : Lắp ghép ưu tiên

Bảng 2.6. Lắp ghép trong hệ thống trục (đối với kích thước từ 1 đến 500mm)

Trục cơ bản	Sai lệch cơ bản của lỗ																		
	A	B	C	D	E	F	G	H	J _{s5}	K	M	N	P	R	S	T	U		
h4							$\frac{G5}{h4}$	$\frac{H5}{h4}$	$\frac{J_{s5}}{h4}$	$\frac{K5}{h4}$	$\frac{M5}{h4}$	$\frac{N5}{h4}$							
h5						$\frac{F7}{h5}$	$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{J_{s6}}{h5}$	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$	$\frac{N6}{h5}$	$\frac{P6}{h5}$						
h6				$\frac{D8}{h6}$	$\frac{E8}{h6}$	$\frac{F7}{h6}$	$\frac{F8}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{J_{s7}}{h6}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$	$\frac{T7}{h6}$		
h7				$\frac{D8}{h7}$	$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}$		$\frac{H8}{h7}$	$\frac{J_{s8}}{h7}$	$\frac{K8}{h7}$	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$					$\frac{U8}{h7}$		
h8				$\frac{D8}{h8}$	$\frac{D9}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{E9}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$	$\frac{F9}{h8}$		$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H9}{h8}$							
h9				$\frac{D9}{h9}$	$\frac{D10}{h9}$	$\frac{E9}{h9}$	$\frac{F9}{h9}$		$\frac{H8}{h9}$	$\frac{H9}{h9}$	$\frac{H10}{h9}$								
h10				$\frac{D10}{h10}$					$\frac{H10}{h10}$										
h11	$\frac{A11}{h11}$	$\frac{B11}{h11}$	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{D11}{h11}$				$\frac{H11}{h11}$											
h12		$\frac{B12}{h12}$						$\frac{H12}{h12}$											

Chú thích : : Lắp ghép ưu tiên

2.2.2.4 Ghi ký hiệu sai lệch và lắp ghép trên bản vẽ

a. Ghi ký hiệu dung sai: được ghi trên bản vẽ chi tiết

Miền dung sai được tạo ra bằng cách phối hợp giữa một sai lệch cơ bản với một cấp chính xác.

- H_7 : Miền dung sai của lỗ
- H : Sai lệch cơ bản của lỗ
- 7: Cấp chính xác

Ví dụ: H_7 ; J_{s5} ; F_8 và h_6 ; m_7 ; s_5 .

- Nếu để kiểm tra bằng calíp giới hạn, ký hiệu dung sai gồm:
- + Kích thước danh nghĩa.
- + Miền dung sai (sai lệch cơ bản và cấp chính xác).

Ví dụ: $\varnothing 18H_7$; $\varnothing 30e_8$; $\varnothing 50J_{s6}$.

- Nếu để gia công và đo bằng dụng cụ đo có mặt số, ký hiệu dung sai gồm:
- + Kích thước danh nghĩa
- + Sai lệch giới hạn (sai lệch giới hạn trên và sai lệch giới hạn trên)

Ví dụ: $\varnothing 18^{+0,018}$; $\varnothing 30_{-0,073}^{-0,040}$; $\varnothing 50 \pm 0,008$

- Cho phép ghi kết hợp cả 2 cách trên

Ví dụ: $\varnothing 18H_7 (\varnothing 18^{+0,018})$; $\varnothing 30e_8 (\varnothing 30_{-0,073}^{-0,040})$; $\varnothing 50J_{s6} (\varnothing 50 \pm 0,008)$

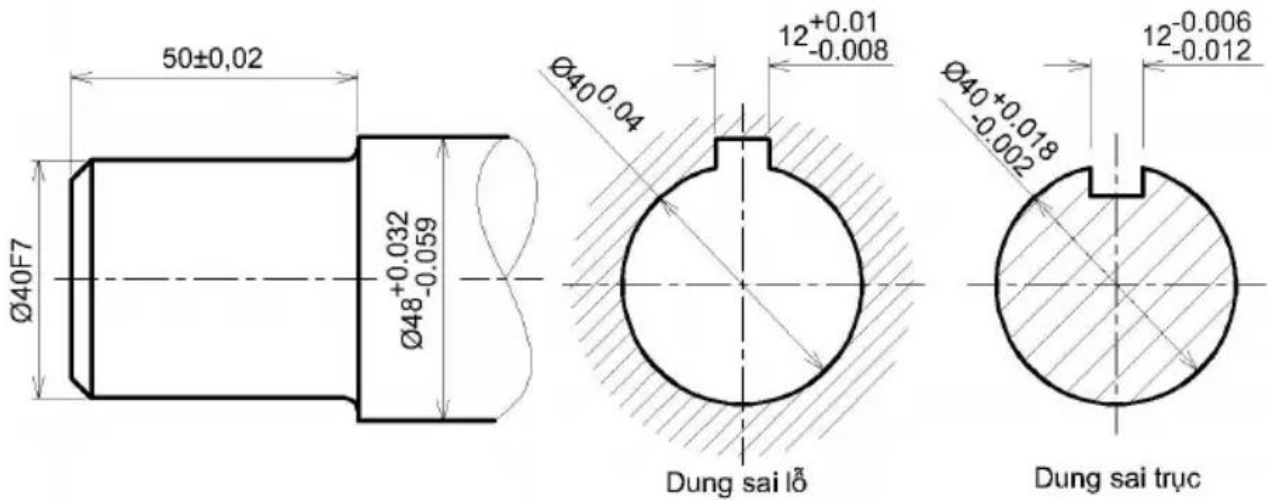
b. Ghi ký hiệu lắp ghép: được ghi trên bản vẽ lắp, gồm có:

- Kích thước danh nghĩa
- Miền dung sai của lỗ
- Miền dung sai của trục

Ví dụ: $\varnothing 50 \frac{H7}{f7}$ hoặc $\varnothing 50H7/f7$ hoặc $\varnothing 50H7-f7$

Trên bản vẽ lắp cũng có thể ghi các sai lệch giới hạn thay cho miền dung sai của nó.

$$\varnothing 50 \frac{H7}{f7} = \varnothing 50 \left(\frac{+0,025}{-0,025} \right) \text{ hoặc ghi kết hợp } \varnothing 50 \frac{H7}{f7} \left(\frac{+0,025}{-0,025} \right)$$



Hình 2.4. Cách ghi kí hiệu dung sai trên bản vẽ

2.2.3 Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mỗi ghép khi thiết kế

Trong quá trình thiết kế các mối ghép, tùy thuộc vào chức năng sử dụng mối ghép mà người thiết kế xác định yêu cầu về độ hở hoặc độ dôi giới hạn của lắp ghép. Xuất phát từ giá trị độ hở hoặc độ dôi giới hạn yêu cầu đó mà chọn một kiểu lắp tiêu chuẩn có độ hở hoặc độ dôi giới hạn phù hợp. Độ hở, độ dôi giới hạn của các lắp ghép tiêu chuẩn cho trong các bảng phụ lục 3.

2.2.4 Phạm vi ứng dụng của các lắp ghép tiêu chuẩn

2.2.4.1 Phạm vi ứng dụng của các kiểu lắp ghép lỏng

Các kiểu lắp lỏng tiêu chuẩn thường được sử dụng đối với mối ghép mà hai chi tiết chuyển động tương đối với nhau. Nhưng tùy theo chức năng của mối ghép mà ta chọn kiểu lắp có độ hở nhỏ, trung bình hoặc lớn.

- Kiểu lắp $\frac{H7}{h6}$; $\frac{H8}{h7}$; $\frac{H8}{h8}$: Các kiểu lắp này có độ hở nhỏ, đặc biệt là độ hở nhỏ nhất bằng không ($S_{\min} = 0$). Chúng được sử dụng đối với mối ghép động, nhưng chuyển động tương đối của chi tiết chậm, và thường dọc theo trục để đảm bảo độ chính xác định tâm cao. Ví dụ bánh răng thay thế lắp với trục trong máy công cụ, cán piston lắp với bạc dẫn hướng.

- Kiểu lắp $\frac{H7}{g6}$; $\frac{G7}{h6}$: Các kiểu lắp này có độ hở nhỏ, chúng được sử dụng đối với mối ghép động chính xác. Độ hở nhỏ của lắp ghép nhằm giảm sai lệch độ đồng tâm, Thường sử dụng cho mối ghép mà chuyển động tương đối là chuyển động tịnh tiến, hoặc ổ quay chính xác tải trọng nhỏ, Ví dụ: ổ trục chính của các máy chính xác, trục thanh đo với bạc dẫn của đồng hồ so, bánh răng dịch chuyển trên trục.

- Kiểu lắp $\frac{H7}{f7}; \frac{F8}{h6}$: Có độ hở trung bình, độ hở đủ đảm bảo trục quay tự do trong ổ trượt, có bôi trơn mỡ hoặc dầu. Ví dụ: ổ trục trong các hộp truyền động, bánh răng hoặc bánh đai quay lồng không trên trục, con trượt trong rãnh trượt.
- Kiểu lắp $\frac{H7}{e7}; \frac{H8}{e8}$: Có độ hở tương đối lớn, độ hở lớn đảm bảo trục quay tự do với chế độ làm việc nặng: tải trọng lớn, tốc độ lớn, nhiệt độ cao. Ví dụ: ổ lắp với trục tua bin của máy phát điện, cổ trục chính của trục khuỷu với ổ trong động cơ ô tô.
- Kiểu lắp $\frac{H9}{d9}; \frac{H8}{d9}$: các kiểu lắp có độ hở lớn, cho phép bồi thường sai lệch lớn về vị trí của bề mặt lắp ghép và biến dạng nhiệt, ví dụ: trục máy cán, máy nghiền bi lắp với ổ trục, vòng găng lắp với rãnh piston của máy nén khí.

2.2.4.2 Phạm vi ứng dụng của các kiểu lắp ghép trung gian

Người ta thường sử dụng các kiểu lắp trung gian đối với các mối ghép cố định nhưng chi tiết cần tháo lắp dễ dàng và đảm bảo định tâm tốt.

- Kiểu lắp $\frac{H7}{js6}; \frac{Js7}{h6}$: Khi thực hiện các kiểu lắp này thì thường nhận được độ hở hơn là độ dôi. Độ dôi không lớn nên tháo lắp dễ dàng, chỉ cần lực nhẹ và cũng không đủ đảm bảo truyền mô men xoắn mà phải dùng chi tiết kẹp chặt phụ như then, vít. Ví dụ sử dụng đối với mối ghép bánh răng với trục có then, bánh đai, tay quay với đầu trục có then.
- Kiểu lắp $\frac{H7}{k6}; \frac{K7}{h6}$: Đây là kiểu lắp trung gian sử dụng phổ biến nhất. Khi thực hiện lắp ghép theo kiểu này thì thường nhận được độ dôi hơn là độ hở. Trong thực tế lắp ghép, do ảnh hưởng của sai số vị trí nên khi lắp ta không cảm nhận được độ hở. Người ta thường sử dụng chúng đối với các mối ghép bánh răng trong hộp tốc độ, bánh đai, vô lăng, càng gạt lắp với trục có then; bạc biên lắp với đầu biên của động cơ máy kéo.
- Kiểu lắp $\frac{H7}{n6}; \frac{N7}{h6}$: là lắp ghép bền chắc nhất trong các kiểu lắp trung gian. Khi thực hiện lắp ghép, thực tế không xuất hiện độ hở. Độ dôi tương đối lớn nên khi tháo lắp cần lực lớn, thường phải sử dụng máy ép. Chúng thường được sử dụng đối với các mối ghép bánh răng, ly hợp, tay quay với trục có chi tiết kẹp chặt phụ khi tải trọng nặng. Ví dụ: bánh răng lắp với trục trong máy búa hơi, máy nghiền đá.

Chúng cũng được dùng đối với mối ghép cố định không có chi tiết phụ kẹp chặt nhưng tải trọng không lớn, chi tiết lỗ có thành mỏng.

2.2.4.3 Phạm vi ứng dụng của các kiểu lắp ghép chặt

Chúng được sử dụng đối với các mối ghép cố định không tháo, không có chi tiết phụ kẹp chặt như then, vít. Độ dôi của lắp ghép đủ đảm bảo truyền mô men xoắn.

- Kiểu lắp $\frac{H7}{p6}; \frac{P7}{h6}$: được sử dụng đối với các mối ghép truyền mô men xoắn nhỏ, mối ghép có chi tiết thành mỏng không cho phép biến dạng lớn. Ví dụ vòng định vị lắp với trục động cơ điện, vòng cố định vị trí vòng trong ổ lăn trên trục.

- Kiểu lắp $\frac{H7}{r6}; \frac{N7}{h6}$: là kiểu lắp có độ dôi vừa phải, khoảng $(0,0002 \div 0,0006) d_N$

Chúng được sử dụng đối với các mối ghép chịu tải trọng nặng nhưng có chi tiết kẹp chặt phụ. Ví dụ: bạc ổ trượt lắp với thân ổ khi tải nặng có va đập, áo xi lanh lắp với thân bơm piston, vành răng đồng của bánh vít lắp với thân gang có kẹp chặt.

- Kiểu lắp $\frac{H7}{u7}; \frac{H8}{u8}$: là kiểu lắp có độ dôi lớn, khoảng $(0,001 \div 0,002) d_N$

Chúng được sử dụng đối với các mối ghép truyền tải nặng, không có chi tiết kẹp chặt phụ. Ví dụ: bánh tàu hỏa lắp với trục toa tàu, vành răng đồng của bánh vít lắp với thân thép, bạc ổ trượt lắp với thân ổ trong máy ép bánh lệch tâm.

Khi thực hiện các lắp ghép có độ dôi người ta thường sử dụng 3 phương pháp:

+ Lắp bằng máy ép nhờ lực chiều trục của nó ở nhiệt độ bình thường. Lắp như vậy gọi là “lắp ép dọc”.

+ Lắp bằng cách nung nóng chi tiết bao hoặc làm lạnh chi tiết bị bao (trục) đến nhiệt độ xác định rồi lắp. Đây là phương pháp biến dạng nhiệt hay phương pháp ép ngang.

+ Trong trường hợp cần thiết có thể dùng phối hợp cả hai phương pháp trên.

Ví dụ: nung nóng chi tiết bao hoặc làm lạnh chi tiết bị bao, rồi lắp nhờ máy ép.

Lắp bằng máy ép là đơn giản và thường sử dụng nhất. Nó được sử dụng ưu việt khi độ dôi không lớn (đến $0,001 d_N$).

2.2.5. Một số ví dụ áp dụng

2.2.5.1 Ví dụ 2.1

Cho các kiểu lắp ghép sau: $\frac{H8}{f8}$; $\frac{F7}{h6}$; $\frac{H7}{m6}$; $\frac{T7}{h6}$; $\frac{H7}{s6}$; $\frac{M7}{h6}$. Hãy xác định đặc tính lắp ghép của các kiểu lắp ghép trên (lắp theo hệ thống lỗ hay trục, kiểu lắp chặt, lỏng hay trung gian)

Bài giải:

- + $\frac{H8}{f8}$: lắp ghép theo hệ thống lỗ kiểu lắp lỏng
- + $\frac{H7}{m6}$: lắp ghép theo hệ thống lỗ kiểu lắp trung gian
- + $\frac{H7}{s6}$: lắp ghép theo hệ thống lỗ kiểu lắp chặt
- + $\frac{F7}{h6}$: lắp ghép theo hệ thống trục kiểu lắp lỏng
- + $\frac{M7}{h6}$: lắp ghép theo hệ thống trục kiểu lắp trung gian
- + $\frac{T7}{h6}$: lắp ghép theo hệ thống trục kiểu lắp chặt.

2.2.5.2 Ví dụ 2.2

Cho các kiểu lắp sau: $\frac{H8}{f7}$; $\frac{F7}{h6}$; $\frac{H6}{m5}$; $\frac{T7}{h6}$; $\frac{H6}{k5}$; $\frac{M7}{h6}$. Biết kích thước danh nghĩa $D = d = \varnothing 50$, hãy thực hiện các yêu cầu sau:

- a. Chọn một kiểu lắp trung gian theo hệ thống trục trong các kiểu lắp trên;
- b. Tra bảng tìm sai lệch giới hạn của lỗ và trục cho kiểu lắp đã chọn ở câu a.

Bài giải:

- a. Chọn một kiểu lắp trung gian theo hệ thống trục trong các kiểu lắp trên

Kiểu lắp trung gian theo hệ thống trục là: $\frac{M7}{h6}$

- b. Tra bảng tìm sai lệch giới hạn của lỗ và trục cho kiểu lắp đã chọn ở câu a

Kích thước danh nghĩa $D = d = \varnothing 50$, vậy ta có kiểu lắp là $\varnothing 50 \frac{M7}{h6}$

Tra bảng ta có: $ES = 0$; $EI = -25 \mu m$

$es = 0$; $ei = -16 \mu m$

2.2.5.3 Ví dụ 2.3

Cho mối ghép $\varnothing 30 \frac{H7}{g6}$, sau gia công người ta đo được kích thước lỗ 30,02mm; kích thước trục 29,995mm. Hãy thực hiện các yêu cầu sau:

- Giải thích ý nghĩa ký hiệu và tìm sai lệch giới hạn của lỗ và trục;
- Tính kích thước giới hạn của lỗ và trục, tính dung sai của lỗ và trục;
- Xác định đặc tính lắp ghép của kiểu lắp trên (lắp theo hệ thống lỗ hay trục, kiểu lắp chặt, lỏng hay trung gian) và tính các thông số đặc trưng của mối ghép;
- Kiểm tra kích thước trục và lỗ, nếu không đạt yêu cầu nêu biện pháp sửa chữa.

Bài giải:

- Giải thích ý nghĩa ký hiệu và tìm sai lệch giới hạn của lỗ và trục:

- Giải thích ý nghĩa ký hiệu:

Đây là ký hiệu mối ghép có đường kính danh nghĩa lắp ghép 30mm, miền dung sai lắp ghép H7/g6, miền dung sai lỗ H7; cấp chính xác lỗ 7, miền dung sai trục g6; cấp chính xác trục 6

- Tìm sai lệch giới hạn của lỗ và trục:

Tra bảng, ta có:

$$\text{Lỗ: } ES = + 25\mu\text{m} = + 0,025\text{mm}; EI = 0$$

$$\text{Trục: } es = - 9\mu\text{m} = - 0,009\text{mm}, ei = - 25\mu\text{m} = - 0,025\text{mm}$$

- Tính kích thước giới hạn của lỗ và trục, tính dung sai của lỗ và trục:

- Kích thước giới hạn:

$$\text{Lỗ: } D_{\max} = D + ES = 30 + (+0,025) = 30,025\text{mm}$$

$$D_{\min} = D + EI = 30 + 0 = 30\text{mm}$$

$$\text{Trục: } d_{\max} = d + es = 30 + (-0,009) = 29,991\text{mm}$$

$$d_{\min} = d + ei = 30 + (-0,025) = 29,975\text{mm}$$

- Dung sai:

$$\text{Lỗ: } T_D = ES - EI = +0,025 + 0 = 0,025\text{mm}$$

$$\text{Trục: } T_d = es - ei = -0,009 - (-0,025) = 0,016\text{mm}$$

- Xác định đặc tính lắp ghép của kiểu lắp trên (lắp theo hệ thống lỗ hay trục, kiểu lắp chặt, lỏng hay trung gian) và tính các thông số đặc trưng của mối ghép:

- Xác định đặc tính lắp ghép:

Ta có: $EI = 0 > es = - 9 \mu\text{m}$ nên đây là mối ghép có độ hở lắp theo hệ thống lỗ

- Tính các thông số đặc trưng của mối ghép:

Độ hở lớn nhất: $S_{\max} = ES - ei = +0,025 - (-0,025) = 0,050\text{mm}$

Độ hở nhỏ nhất: $S_{\min} = EI - es = 0 - (-0,009) = 0,009\text{mm}$

Độ hở trung bình: $S_{\text{tb}} = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = \frac{0,05 + 0,009}{2} = 0,0295 \text{ mm}$

Dung sai của mối ghép: $T_S = T_D + T_d = 0,025 + 0,016 = 0,041\text{mm}$

d. Kiểm tra kích thước trục và lỗ, nếu không đạt yêu cầu nêu biện pháp sửa chữa:

- Trục:

Với $d_t = 29,995\text{mm}$, $d_{\max} = 29,991\text{mm}$, $d_{\min} = 29,975\text{mm}$

Ta thấy: $d_t = 29,995\text{mm} > d_{\max} = 29,991\text{mm} > d_{\min} = 29,975\text{mm}$

Nên kích thước trục không đạt yêu cầu, trục cần sửa bằng phương pháp mài để kích thước nằm vào giữa $d_{\max}$ và $d_{\min}$

- Lỗ:

Với $D_t = 30,02\text{mm}$, $D_{\max} = 30,025\text{mm}$, $D_{\min} = 30\text{mm}$

Ta thấy: $D_{\max} = 30,025\text{mm} > D_t = 30,02\text{mm} > D_{\min} = 30\text{mm}$

Nên kích thước lỗ đạt yêu cầu.

2.2.5.4 Ví dụ 2.4

Cho các kích thước lỗ: $\varnothing 40H7$; $\varnothing 30K6$; $\varnothing 50M7$

Cho các kích thước trục: $\varnothing 32h6$; $\varnothing 55k6$; $\varnothing 40g6$

- Hãy chọn cặp kích thước tạo thành mối ghép;
- Xác định sai lệch giới hạn của kiểu lắp chọn ở câu a;
- Hãy xác định đặc tính lắp ghép của kiểu lắp trên (lắp theo hệ thống lỗ hay trục, kiểu lắp chặt, lỏng hay trung gian).

Bài giải:

a. Hãy chọn cặp kích thước tạo thành mối ghép:

Cặp kích thước $\varnothing 40H7$ và $\varnothing 40g6$ tạo thành mối ghép do có cùng đường kính danh nghĩa $D = d = \varnothing 40\text{mm}$

b. Xác định sai lệch giới hạn của kiểu lắp chọn ở câu a:

Tra bảng ta có:

Lỗ: $ES = + 25\mu\text{m} = + 0,025\text{mm}$, $EI = 0$

Trục: $es = - 9\mu\text{m} = - 0,009\text{mm}$, $ei = - 25\mu\text{m} = - 0,025\text{mm}$

c. Hãy xác định đặc tính lắp ghép của kiểu lắp trên (lắp theo hệ thống lỗ hay trục, kiểu lắp chặt, lỏng hay trung gian):

Ta có $EI = 0 > es = -9\mu\text{m}$, nên đây là mối ghép có độ hở lắp theo hệ thống lỗ

2.2.5.5 Ví dụ 2.5

Cho các kích thước của lỗ và trục như sau:

Kích thước chi tiết lỗ: $\varnothing 40_{+0,009}^{+0,034}$; $\varnothing 38_{-0,042}^{-0,017}$; $\varnothing 30_0^{+0,025}$

Kích thước chi tiết trục: $\varnothing 30_{-0,025}^{-0,009}$; $\varnothing 36_{+0,009}^{+0,025}$; $\varnothing 45_{+0,026}^{+0,042}$

- Xác định cặp kích thước (trục và lỗ) tạo thành mối ghép?
- Xác định đặc tính lắp ghép (có độ hở, có độ dôi, trung gian) của mối ghép?
- Tính dung sai mối ghép?

Bài giải:

- Xác định cặp kích thước (trục và lỗ) tạo thành mối ghép:

Cặp kích thước $\varnothing 30_{-0,025}^{-0,009}$ và $\varnothing 30_0^{+0,025}$ (trục và lỗ) tạo thành mối ghép do có cùng đường kính danh nghĩa là 30mm

- Xác định đặc tính lắp ghép (có độ hở, có độ dôi, trung gian) của mối ghép:

Ta có: $es = -0,009\text{mm} < EI = 0\text{mm}$ nên đây là mối ghép có độ hở

- Tính dung sai mối ghép:

Ta có:

$$T_d = es - ei = -0,009 - (-0,025) = 0,016\text{mm}$$

$$T_D = ES - EI = +0,025 - (0) = 0,025\text{mm}$$

Vậy dung sai mối ghép: $T_s = T_d + T_D = 0,016 + 0,025 = 0,041\text{mm}$

2.2.5.6 Ví dụ 2.6

Mối ghép theo hệ thống trục cơ bản với đường kính lắp ghép 50mm có $N_{\max} = 0,062\text{mm}$, $N_{\min} = 0,014\text{mm}$, dung sai lỗ $T_D = 0,025\text{mm}$.

- Tính các sai lệch giới hạn của trục và lỗ;
- Ghi ký hiệu mối ghép;
- Tính các kích thước giới hạn và dung sai của trục và lỗ;
- Tính dung sai của mối ghép;
- Hãy kiểm tra kích thước trục và lỗ sau gia công có đạt yêu cầu không, Cho biết đường kính lỗ sau gia công đo được 49,96mm, đường kính trục sau gia công đo được 50,04mm.

Bài giải:

- Các sai lệch giới hạn của trục và lỗ:

$$\text{Ta có: } N_{\max} = es - EI = 0,062\text{ mm} \quad (1)$$

$$N_{\min} = e_i - ES = 0,014 \text{ mm} \quad (2)$$

$$T_D = ES - EI = 0,025 \text{ mm} \quad (3)$$

Do mỗi ghép theo hệ thống trục cơ bản nên: $es = 0$ (4)

Giải hệ phương trình trên:

Thay (4) vào (1): $0 - EI = 0,062 \text{ mm}$

$$\Rightarrow EI = -0,062 \text{ mm}$$

Thay $EI = -0,062 \text{ mm}$ vào (3): $ES - (-0,062) = 0,025 \text{ mm}$

$$\Rightarrow ES = -0,037 \text{ mm}$$

Thay $ES = -0,037$ vào (2): $e_i - (-0,037) = 0,014 \text{ mm}$

$$\Rightarrow e_i = -0,023 \text{ mm}$$

b. Ghi ký hiệu mỗi ghép:

$$\varnothing 50 \left(\begin{array}{c} \frac{-0,037}{-0,062} \\ 0 \\ -0,023 \end{array} \right)$$

c. Tính các kích thước giới hạn và dung sai của trục và lỗ:

+ Kích thước giới hạn trên trục:

$$d_{\max} = d + es = 50 + (0) = 50 \text{ mm}$$

+ Kích thước giới hạn dưới trục:

$$d_{\min} = d + ei = 50 + (-0,023) = 49,977 \text{ mm}$$

+ Kích thước giới hạn trên lỗ:

$$D_{\max} = D + ES = 50 + (-0,037) = 49,963 \text{ mm}$$

+ Kích thước giới hạn dưới lỗ:

$$D_{\min} = D + EI = 50 + (-0,062) = 49,938 \text{ mm}$$

+ Dung sai kích thước trục:

$$T_d = es - ei = (0) - (-0,023) = 0,023 \text{ mm}$$

+ Dung sai kích thước lỗ:

$$T_D = ES - EI = (-0,037) - (-0,062) = 0,025 \text{ mm}$$

d. Dung sai mỗi ghép:

$$T_N = T_d + T_D = 0,023 + 0,025 = 0,048 \text{ mm}$$

e. Kiểm tra kích thước trục và lỗ sau gia công có đạt yêu cầu không, Cho biết đường kính lỗ sau gia công đo được 49,96mm, đường kính trục sau gia công đo được 50,04mm:

– Đối với trục:

$d_{\min} = 49,977\text{mm} < d_{\max} = 50\text{mm} < d_{\text{th}} = 50,04\text{mm}$, không thỏa điều kiện $d_{\min} < d_{\text{th}} < d_{\max}$ nên kích thước trục không đạt yêu cầu.

– Đối với lỗ:

$D_{\min} = 49,938\text{mm} < D_{\text{th}} = 49,960\text{mm} < D_{\max} = 49,963\text{mm}$, thỏa điều kiện $D_{\min} < D_{\text{th}} < D_{\max}$ nên kích thước lỗ đạt yêu cầu.

2.2.5.7 Ví dụ 2.7

Hãy sắp xếp các chi tiết sau theo mức độ chính xác tăng dần: $D_1 = \varnothing 30_{-0,01}^{+0,01}$; $D_2 = \varnothing 30_0^{+0,019}$; $D_3 = \varnothing 30_{+0,007}^{+0,028}$

Bài giải:

Các chi tiết có mức độ chính xác tăng dần: $D_3 = \varnothing 30_{+0,007}^{+0,028}$; $D_1 = \varnothing 30_{-0,01}^{+0,01}$; $D_2 = \varnothing 30_0^{+0,019}$

2.2.6 Câu hỏi ôn tập và bài tập

1. Tiêu chuẩn dung sai lắp ghép bề mặt trơn TCVN 2244-99 quy định bao nhiêu cấp chính xác và kí hiệu chúng như thế nào?
2. Thế nào là hệ thống lắp ghép lỗ cơ bản và trục cơ bản?
3. Sai lệch cơ bản là gì ? TCVN 2244-99 quy định dãy các sai lệch cơ bản như thế nào?
4. Có mấy nhóm lắp ghép tiêu chuẩn và đặc tính của chúng như thế nào?
5. Cho ví dụ về kí hiệu sai lệch và lắp ghép trên bản vẽ và giải thích các kí hiệu đó?
6. Nêu phạm vi ứng dụng của 2 kiểu lắp sau: $\frac{H7}{f7}$ và $\frac{K7}{k6}$?
7. Chọn các kiểu lắp có độ hở, kiểu lắp trung gian và kiểu lắp có độ dôi theo hệ thống lỗ trong các kiểu lắp sau: H8/f8, F7/h6, H7/m6, T7/h6, H5/n6, M7/h6, H6/h5, U8/h7, Js5/h4, H8/s7, H8/u8, K6/h5, E8/h7.
8. Chọn các kiểu lắp có độ hở, lắp ghép theo hệ thống trục trong các kiểu lắp sau: H8/f7, F7/h6, H6/m5, T7/h6, H6/k5, M7/h6.
9. Cho các lắp ghép trụ trơn ghi trong bảng 2.7 dưới đây. Hãy ghi kí hiệu sai lệch và lắp ghép bằng chữ và bằng số trên bản vẽ.

Bảng 2.7. Các lắp ghép trụ trơn

TT	d_N (mm)	Kiểu lắp	TT	d_N (mm)	Kiểu lắp
1.	30	$\frac{H_8}{e_8}$ và $\frac{E_9}{h_8}$	4.	90	$\frac{H_7}{k_6}$ và $\frac{K_7}{h_6}$

2.	45	$\frac{H_7}{g_6}$ và $\frac{G_7}{h_6}$	5.	115	$\frac{H_7}{s_6}$ và $\frac{P_7}{h_6}$
3.	70	$\frac{H_7}{j_{s6}}$ và $\frac{J_{s7}}{h_6}$	6.	125	$\frac{H_7}{n_6}$ và $\frac{N_7}{h_6}$

10. Cũng với các lắp ghép trụ trơn cho trong bảng 2.7.

- Hãy lập sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép;
- Lắp ghép đã cho thuộc nhóm lắp ghép nào? Xác định độ hở, độ dôi giới hạn của chúng.

11. Với các đặc tính yêu cầu của lắp ghép cho trong bảng 2.8 dưới đây.

Bảng 2.8. Các đặc tính yêu cầu của lắp ghép

TT	d_N (mm)	S_{max} (μm)	S_{min} (μm)	TT	d_N (mm)	N_{max} (μm)	N_{min} (μm)	TT	d_N (mm)	N_{max} (μm)	N_{min} (μm)
1.	40	80	25	4.	45	42	1	7.	45	8	-33
2.	50	180	60	5.	65	60	11	8.	75	39	-10
3.	60	76	0	6.	85	93	36	9.	85	25	-32

- Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho từng trường hợp;
- Xác định sai lệch giới hạn kích thước lỗ và trục.

12. Cho mỗi ghép $\varnothing 50 H7/k6$. Kích thước lỗ sau gia công đo được 50,02 mm, kích thước trục sau gia công đo được 50,10 mm.

- a. Giải thích ý nghĩa ký hiệu; Tìm các sai lệch giới hạn của lỗ và trục;
- b. Tính các kích thước giới hạn của lỗ và trục; Tính dung sai lỗ và trục;
- c. Vẽ sơ đồ phân bố miền dung sai mỗi ghép;
- d. Xác định tính chất mỗi ghép; Và tính đặc trưng của mỗi ghép;
- e. Kiểm tra kích thước lỗ và trục sau gia công; Nếu không đạt yêu cầu nêu biện pháp sửa chữa.

13. Mỗi ghép theo hệ thống lỗ cơ bản có kích thước danh nghĩa 40mm.

Yêu cầu: $N_{max} = 40\mu m$, $S_{max} = 20\mu m$, dung sai trục $32\mu m$. Sau gia công kích thước lỗ đo được 39,98mm, kích thước trục đo được 40,02mm.

- a. Tính các sai lệch giới hạn của lỗ và trục; Ghi ký hiệu mỗi ghép bằng số;
- b. Tính các kích thước giới hạn của lỗ và trục;
- c. Vẽ sơ đồ phân bố miền dung sai mỗi ghép;
- d. Xác định tính chất mỗi ghép; Và tính đặc trưng của mỗi ghép;
- e. Kiểm tra kích thước lỗ và trục sau gia công có đạt yêu cầu không.

14. Cho các dung sai lắp ghép $\frac{H7}{g6}, \frac{F8}{h6}, \frac{H7}{m6}, \frac{N7}{h6}, \frac{H7}{p6}, \frac{R7}{h6}$ có kích thước danh nghĩa $\varnothing 60\text{mm}$

- Tìm mỗi ghép trung gian trong hệ thống trục cơ bản; Tìm các sai lệch giới hạn của trục và lỗ và ghi ký hiệu mỗi ghép bằng số;
- Tính các kích thước giới hạn của trục và lỗ;
- Tính dung sai mỗi ghép;
- Vẽ sơ đồ phân bố dung sai mỗi ghép.

15. Cho các kích thước sau: Kích thước lỗ: $\varnothing 55^{+0,03}, \varnothing 45^{-0,04}, \varnothing 54^{+0,02}$

Kích thước trục: $\varnothing 50^{+0,04}_{+0,02}, \varnothing 55^{-0,03}, \varnothing 52^{+0,04}$

- Tìm cặp kích thước lỗ và trục tạo thành mỗi ghép? Tìm các sai lệch giới hạn của lỗ và trục?
 - Tính các kích thước giới hạn của lỗ và trục?
 - Vẽ sơ đồ phân bố miền dung sai mỗi ghép?
 - Xác định tính chất của mỗi ghép? Và tính dung sai mỗi ghép?
16. Tra bảng 2.9 và tính toán các kích thước sau:

Bảng 2.9. Tra bảng tính toán các kích thước, sai lệch và dung sai

Kích thước danh nghĩa	Ký hiệu dung sai	Kích thước giới hạn lớn nhất ($D_{\max}/d_{\max}$)	Kích thước giới hạn nhỏ nhất ($D_{\min}/d_{\min}$)	Sai lệch giới hạn trên (ES/es)	Sai lệch giới hạn dưới (EI/ei)	Dung sai (T_D/T_d)
120	H7					
120	h7					
120	H8					
125	u8					
125	H11					
125	a11					
30	h5					
30	J6					
30	h6					
35	G7					
35	h11					
35	s7					

17. Miền dung sai lỗ có sai lệch cơ bản F cấp chính xác 8, sau khi gia công đo được 39,98mm. Miền dung sai trục có sai lệch cơ bản là k, mức chính xác trục cao hơn mức chính xác lỗ hai cấp, sau khi gia công đo được 40,04mm. Lỗ và trục tạo thành mối ghép với kích thước danh nghĩa là 40mm.

- a. Tìm mối ghép; Tìm sai lệch giới hạn lỗ và trục và ghi ký hiệu mối ghép bằng số;
- b. Tính kích thước giới hạn của lỗ và trục;
- c. Xác định tính chất mối ghép và tính đặc trưng của mối ghép;
- d. Kiểm tra kích thước của lỗ và trục; Nếu không đạt yêu cầu nêu biện pháp sửa chữa.

CHƯƠNG 3. DUNG SAI HÌNH DẠNG, VỊ TRÍ VÀ NHÁM BỀ MẶT

3.1 Mục tiêu:

3.1.1 Kiến thức:

- Mô tả được các sai lệch về hình dạng, sai lệch về vị trí;
- Trình bày được bản chất và nguyên nhân sinh ra nhám bề mặt.

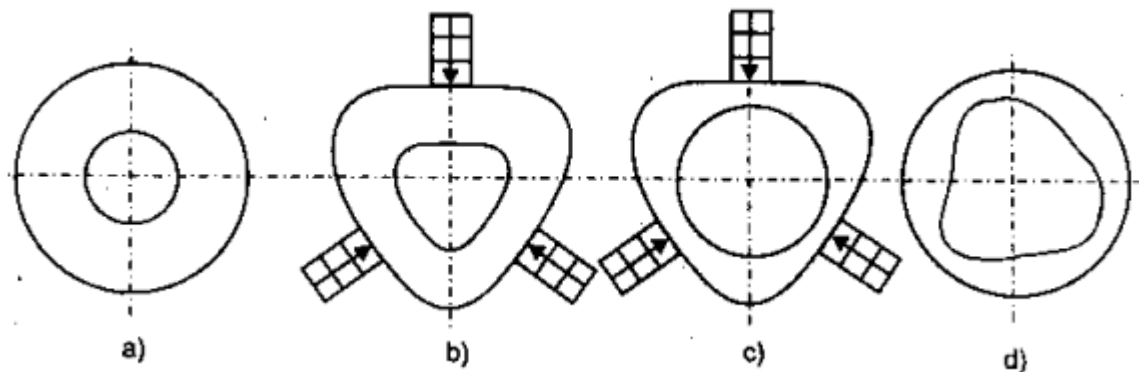
3.1.2 Kỹ năng:

- Ghi và đọc được ký hiệu nhám bề mặt trên bản vẽ kỹ thuật;
- Biểu diễn được các sai lệch về hình dạng, sai lệch về vị trí trên bản vẽ kỹ thuật.

3.2 Nội dung chương:

3.2.1 Dung sai hình dạng, vị trí bề mặt

Trong quá trình gia công, không chỉ kích thước mà hình dạng và vị trí bề mặt cũng bị sai lệch đi, chẳng hạn khi ta tiện chi tiết trục mà bàn máy mang dao dịch chuyển theo phương không song song với đường tâm trục chính máy tiện thì trục sẽ bị côn. Biến dạng đàn hồi do kẹp chặt chi tiết lỗ làm cho lỗ sau khi gia công xong bị méo, hình 3.1.



Hình 3.1. Biến dạng do kẹp chặt trên mâm cặp 3 chấu

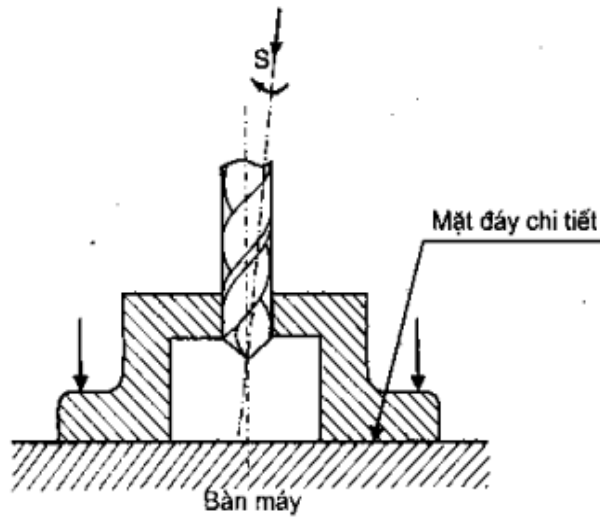
a) Phôi để gia công lỗ

c) Lỗ sau khi gia công

b) Phôi kẹp trên máy bị biến dạng

d) Sản phẩm tháo ra khỏi máy

Khi phay một tấm phẳng đặt trên bàn máy, nếu bàn máy chuyển động theo phương không song song với mặt bàn máy thì mặt phẳng sau khi phay sẽ không song song với mặt đáy của nó. Khi khoan lỗ, nếu mũi khoan dịch chuyển theo hướng (S) không vuông góc với bàn máy thì lỗ sau khi khoan sẽ nghiêng so với mặt đáy chi tiết (mặt chuẩn), hình 3.2



Hình 3.2. Hướng mũi khoan nghiêng so với bàn máy

3.2.1.1 Sai lệch hình dạng

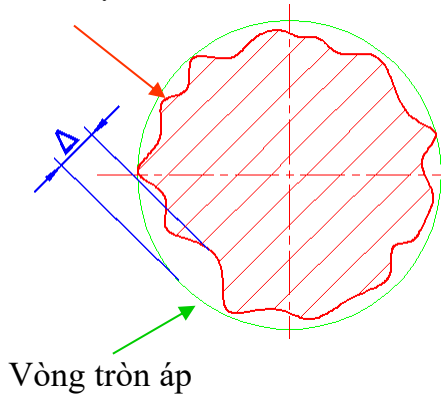
a. Sai lệch hình dạng bề mặt trụ

Đối với chi tiết trụ tròn thì sai lệch được xét theo hai phương:

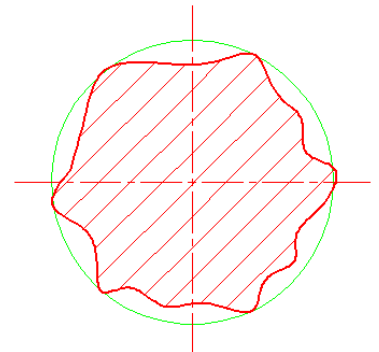
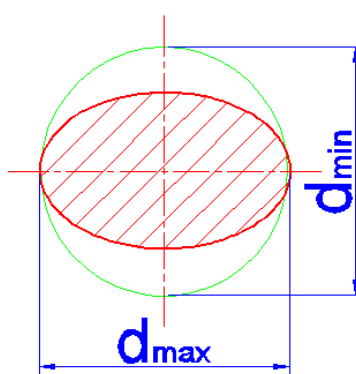
- Sai lệch pôfin theo phương ngang (mặt cắt ngang) bao gồm các dạng:
- + Sai lệch độ tròn (Ký hiệu $\bigcirc$): là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của pôfin thực đến vòng tròn áp, hình 3.3.

$$\Delta = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2}$$

Prôfin thực



Vòng tròn áp



Hình 3.3. Sai lệch độ tròn

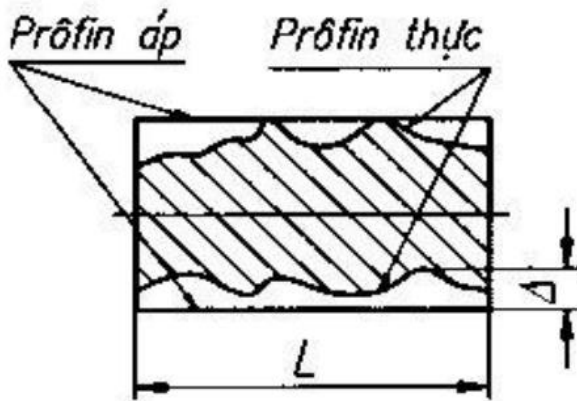
Hình 3.4. Sai lệch độ ô van

Hình 3.5. Sai lệch độ phân cạnh

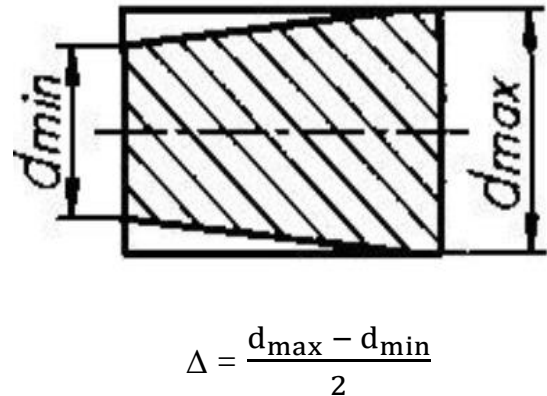
Khi phân tích sai lệch hình dạng theo phương ngang người ta còn xét các dạng thành phần của sai lệch độ tròn là độ ôvan và độ phân cạnh.

- + Độ ôvan: là sai lệch độ tròn mà pôfin thực là hình ôvan, hình 3.4.

- + Độ phân cạnh: là sai lệch đô tròn mà prôfin thực là hình nhiều cạnh, hình 3.5.
- Sai lệch prôfin mặt cắt dọc: là khoảng cách lớn nhất từ các điểm trên prôfin thực đến phía tương ứng của prôfin áp, hình 3.6.



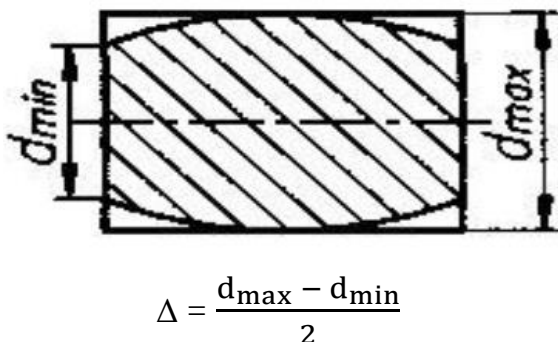
Hình 3.6. Sai lệch prôfin mặt cắt dọc



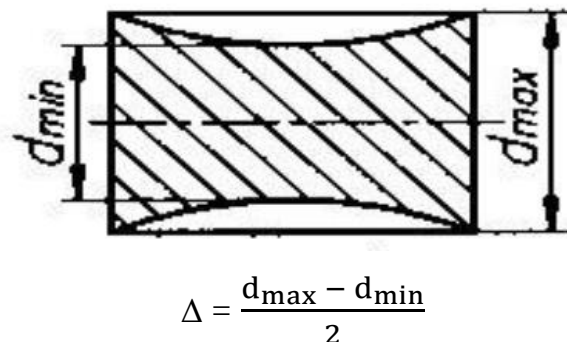
Hình 3.7. Sai lệch prôfin độ côn

Tương tự như sai lệch hình dạng theo phương ngang, khi phân tích các sai lệch hình dạng theo phương dọc người ta cũng xét các dạng thành phần của sai lệch prôfin mặt cắt dọc.

- + Độ côn: là sai lệch prôfin mặt cắt dọc mà các đường sinh là những đường thẳng, nhưng không song song với nhau, hình 3.7;
- + Độ phình: là sai lệch prôfin mặt cắt dọc mà các đường sinh không thẳng, mà các đường kính tăng từ mép biên đến giữa mặt cắt, hình 3.8;
- + Độ thắt: là sai lệch prôfin mặt cắt dọc, mà các đường sinh không thẳng và đường kính giảm từ mép biên đến giữa mặt cắt, hình 3.9.



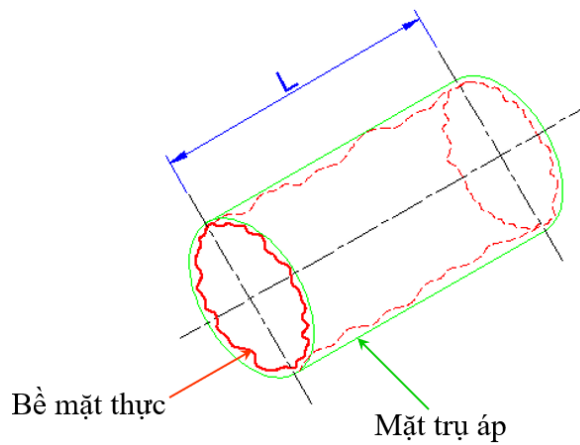
Hình 3.8. Sai lệch prôfin độ phình



Hình 3.9. Sai lệch prôfin độ thắt

Khi đánh giá tổng hợp sai lệch hình dạng bề mặt trụ tròn người ta dùng chỉ tiêu “sai lệch độ trụ”.

- Sai lệch độ trụ (Ký hiệu: ϕ): là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của bề mặt thực tới mặt trụ áp, trong giới hạn của phần chuẩn, hình 3.10.

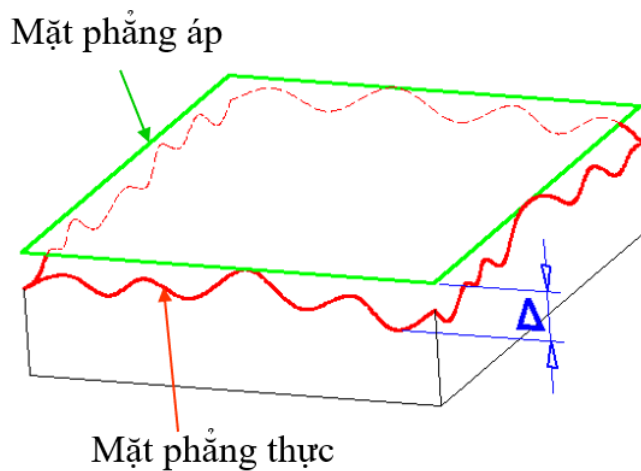


Hình 3.10. Sai lệch profile độ trụ

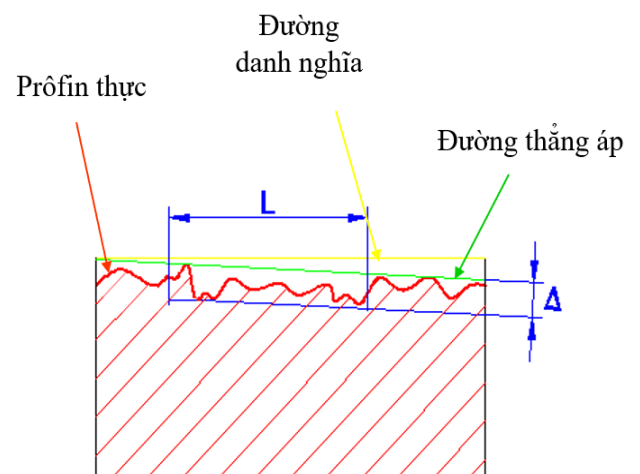
b. Sai lệch hình dạng phẳng

Đối với bề mặt phẳng thì sai lệch hình dạng bao gồm:

- Sai lệch độ phẳng (Ký hiệu: $\square$): là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của bề mặt thực tới mặt phẳng áp, trong giới hạn của phần chuẩn (L), hình 3.11.
- Sai lệch độ thẳng (Ký hiệu: —): là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của profile thực đến đường thẳng áp, trong giới hạn của phần chuẩn (L), hình 3.12.



Hình 3.11. Sai lệch độ phẳng



Hình 3.12. Sai lệch độ thẳng

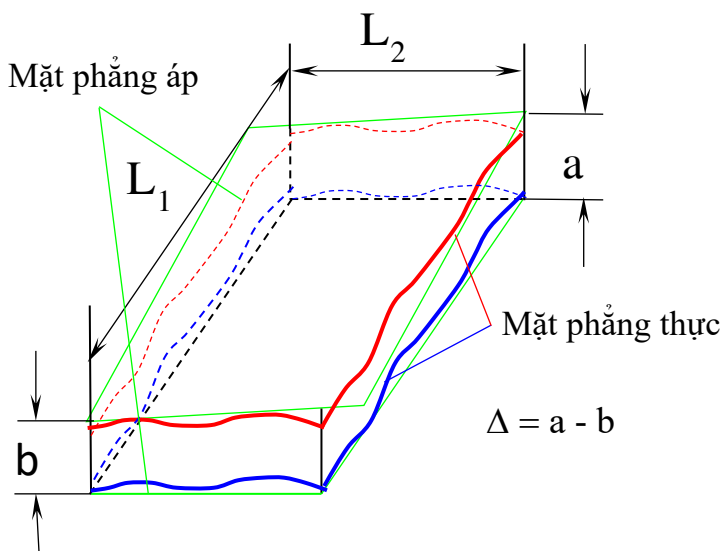
Đối với những mặt phẳng hẹp và dài thì sai lệch độ phẳng được đặc trưng bằng chính sai lệch độ thẳng theo chiều dài chi tiết.

3.2.1.2 Sai lệch vị trí bề mặt

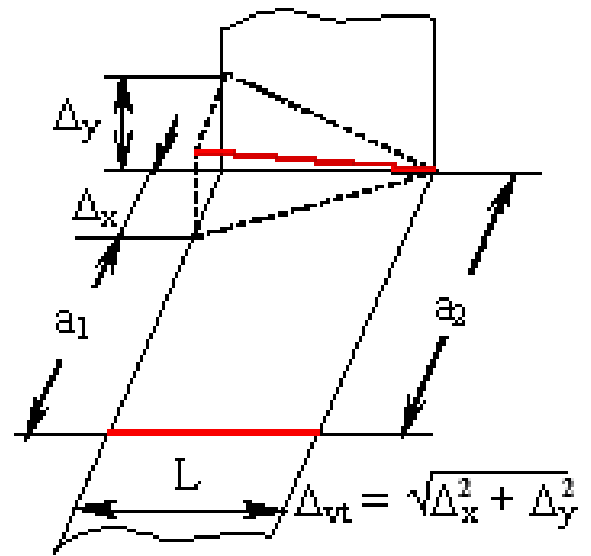
Các chi tiết máy là những vật thể được giới hạn bởi các bề mặt phẳng, trụ, cầu, ... Các bề mặt ấy phải có vị trí tương quan chính xác thì mới đảm bảo được đúng chức năng của chi tiết. Chẳng hạn mặt đo của mỏ cặp phải vuông góc với thân thước cặp thì mới đảm bảo chức năng

đo của nó. Trong quá trình gia công, do tác động của sai số gia công mà vị trí tương quan giữa các bề mặt chi tiết bị sai lệch đi. Sai lệch đó thường có các dạng sau:

- Sai lệch về độ song song của mặt phẳng (Ký hiệu: //): là hiệu Δ khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất giữa các mặt phẳng áp, trong giới hạn của phần chuẩn, hình 3.13.
- Sai lệch về độ song song các đường tâm: là tổng hình học Δ các sai lệch về độ song song các hình chiếu của đường tâm lên hai mặt phẳng vuông góc, một trong hai mặt phẳng này là mặt phẳng chung của đường tâm, hình 3.14.

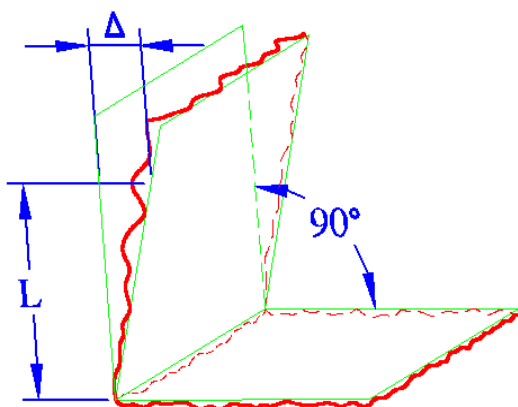


Hình 3.13. Sai lệch độ song song của mặt phẳng

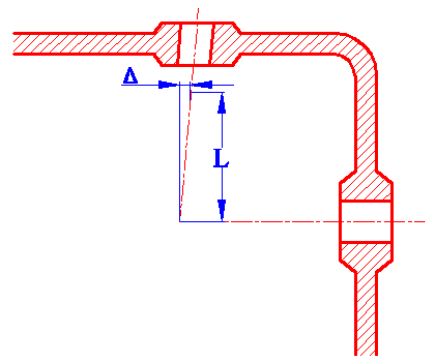


Hình 3.14. Sai lệch độ song song các đường tâm

- Sai lệch về độ vuông góc của các mặt phẳng (Ký hiệu: $\perp$): là sai lệch góc giữa các mặt phẳng so với góc vuông, biểu thị bằng đơn vị dài Δ trên chiều dài phần chuẩn, hình 3.15.
- Sai lệch về độ vuông góc của mặt phẳng hoặc đường tâm đối với đường tâm: là sai lệch góc giữa mặt phẳng hoặc đường tâm và đường tâm chuẩn so với góc vuông, biểu thị bằng đơn vị dài Δ trên chiều dài của phần chuẩn, hình 3.16.

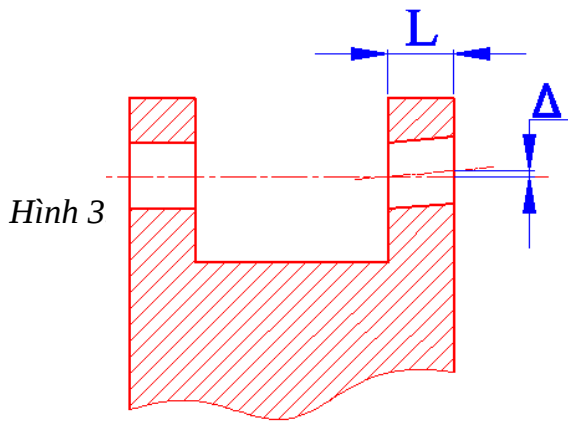


Hình 3.15. Sai lệch độ vuông góc các mặt phẳng



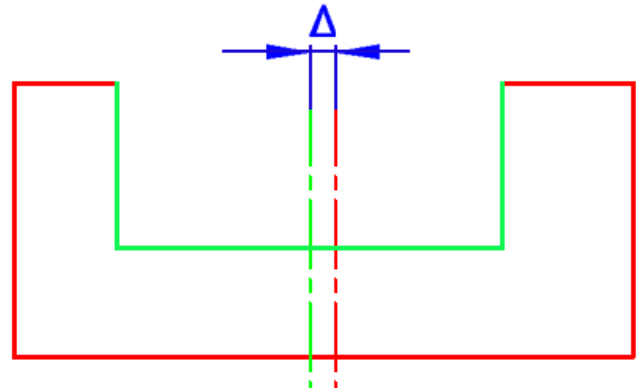
Hình 3.16. Sai lệch đường tâm

- Sai lệch về độ đồng tâm đối với đường tâm bề mặt chuẩn (Ký hiệu: $\odot$): là khoảng cách lớn nhất Δ giữa đường tâm của bề mặt quay được khảo sát và đường tâm của bề mặt chuẩn, trên chiều dài phần chuẩn, hình 3.17.
- Sai lệch về độ đối xứng đối với phần tử chuẩn (Ký hiệu: $\equiv$): là khoảng cách lớn nhất Δ giữa mặt phẳng đối xứng của phần tử được khảo sát và mặt phẳng đối xứng của phần tử chuẩn, trong giới hạn của phần chuẩn, hình 3.18.



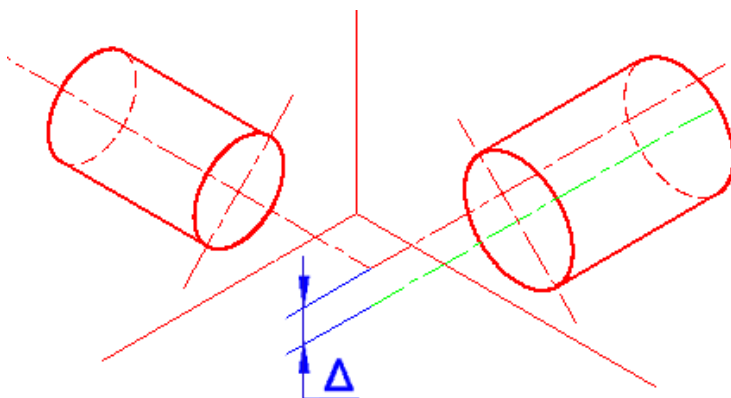
Hình 3

Hình 3.17. Sai lệch về độ đồng tâm

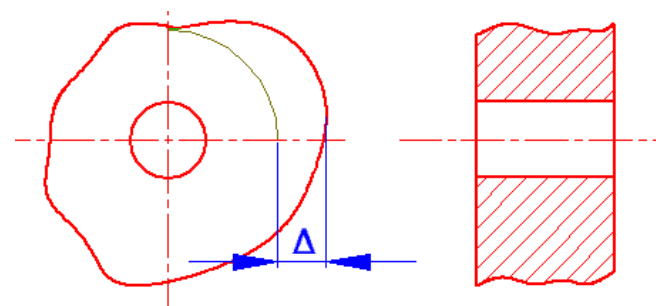


Hình 3.18. Sai lệch về độ đối xứng

- Sai lệch về độ giao nhau của các đường tâm (Ký hiệu: X): là khoảng cách nhỏ nhất Δ giữa các đường tâm giao nhau danh nghĩa, hình 3.19.
- Độ đảo hướng kính (Ký hiệu: $\nearrow$): là hiệu khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất Δ , từ các điểm trên profil thực của bề mặt quay đến đường tâm chuẩn, trong mặt cắt vuông góc với đường tâm chuẩn, hình 3.20.

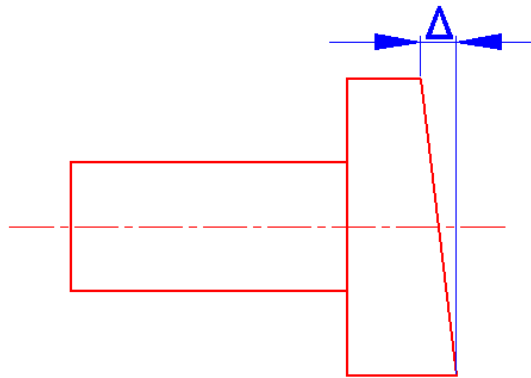


Hình 3.19. Sai lệch về độ giao nhau của các đường tâm



Hình 3.20. Độ đảo hướng kính

- Độ đảo mặt mút: là hiệu khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất Δ , từ các điểm trên prôfin thực của mặt mút đến mặt phẳng vuông góc với đường tâm chuẩn, hình 3.21.



Hình 3.21. Độ đảo mặt mút (Độ đảo mặt đầu)

- Dung sai độ đảo toàn phần (↗) diễn tả giới hạn thay đổi lớn nhất cho phép t của khoảng cách từ một mặt tới một điểm di chuyển dọc theo một đường thẳng đã cho trong khi mặt đó quay liên tục quanh đường trục chuẩn.

3.2.1.3 Ghi ký hiệu sai lệch, dung sai hình dạng và vị trí bề mặt trên bản vẽ

Ký hiệu sai lệch, dung sai hình dạng và vị trí bề mặt trên bản vẽ là khung chữ nhật có 2 đến 3 ô, được ghi những nội dung sau:

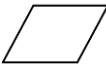
- Ô 1: Ghi dấu hiệu của loại sai lệch hình dạng hoặc vị trí.
- Ô 2: Ghi trị số sai lệch cho phép (mm). Có thể ghi giá trị tuyệt đối, giá trị tương đối hoặc cả hai.
- Ô 3: Ghi chữ cái ký hiệu chuẩn hoặc yếu tố liên quan đến sai lệch vị trí (có thể có hoặc không có ô này).

//	0,01	A
Ô 1	Ô 2	Ô 3

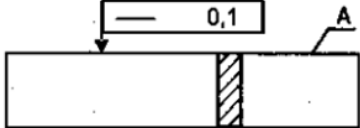
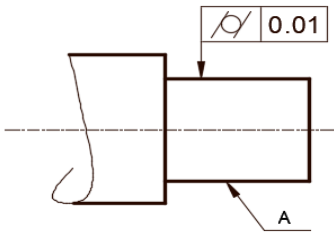
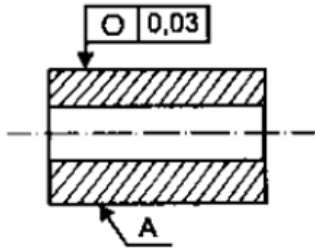
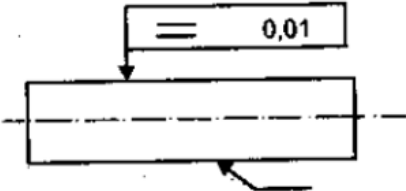
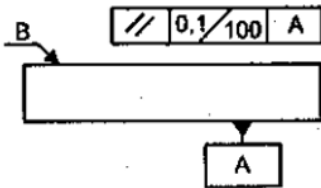
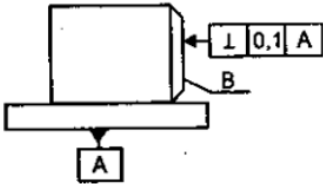
Theo TCVN 10-85, trên bản vẽ người ta dùng các dấu hiệu để chỉ các sai lệch, bảng 3.1 và kèm theo các dấu hiệu đó là trị số dung sai của chúng.

Một số ví dụ về ký hiệu sai lệch, dung sai hình dạng và vị trí bề mặt trên bản vẽ được chỉ dẫn trong bảng 3.2.

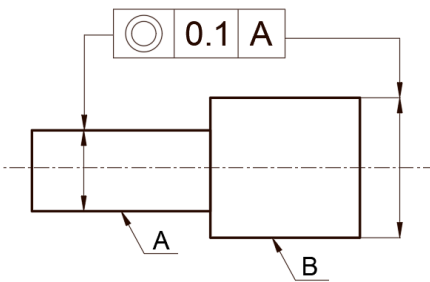
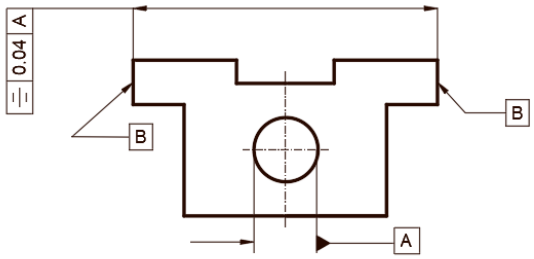
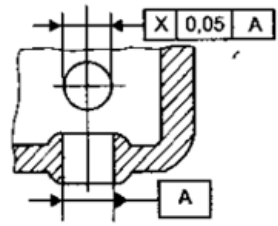
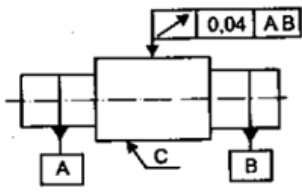
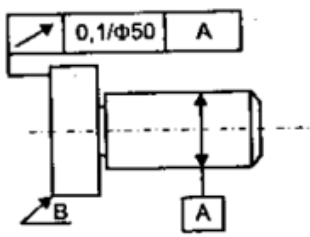
Bảng 3.1. Ký hiệu sai lệch, dung sai hình dạng và vị trí

Loại sai lệch	Tên sai lệch	Dấu hiệu
Sai lệch hình dạng	Sai lệch độ phẳng	
	Sai lệch độ thẳng	
	Sai lệch độ trụ	
	Sai lệch độ tròn	
	Sai lệch profile mặt cắt dọc	
Sai lệch vị trí bề mặt	Sai lệch độ song song	
	Sai lệch độ vuông góc	
	Sai lệch độ đồng trục	
	Sai lệch độ giao trục	
	Sai lệch về độ đối xứng	
	Sai lệch vị trí	
	Sai lệch độ đảo riêng phần (đảo hướng kính, đảo mặt đầu)	
	Sai lệch độ đảo toàn phần	

Bảng 3.2. Một số ví dụ ký hiệu dung sai hình dạng và vị trí bề mặt trên bản vẽ

Kí hiệu	Yêu cầu kỹ thuật
	Dung sai độ phẳng của bề mặt A là 0,05mm
	Dung sai độ thẳng của bề mặt A là 0,1 mm trên toàn bộ chiều dài bề mặt
	Dung sai độ trụ của bề mặt A là 0,01mm
	Dung sai độ tròn của bề mặt A là 0,03mm
	Dung sai profil mặt cắt dọc của mặt A là 0,01 mm
	Dung sai độ song song của bề mặt B so với bề mặt A là 0,1 mm trên chiều dài 100 mm
	Dung sai độ vuông góc của mặt B so với mặt A là 0,1 mm

Bảng 3.2. Một số ví dụ ký hiệu dung sai hình dạng và vị trí bề mặt trên bản vẽ

Kí hiệu	Yêu cầu kỹ thuật
	Dung sai độ đồng trục của các bề mặt A và B là 0,1 mm
	Dung sai độ đối xứng của mặt B so với đường tâm lỗ A là 0,04 mm
	Dung sai độ giao nhau của hai đường tâm lỗ là 0,05 mm
	Dung sai độ đảo hướng kính của bề mặt C so với đường tâm chung của hai mặt A, B là 0,04 mm
	Dung sai độ đảo mặt mút B so với đường tâm A là 0,1 mm theo đường kính 50 mm

3.2.1.4 Xác định dung sai hình dạng và vị trí khi thiết kế

Theo TCVN 384-93 thì dung sai hình dạng và vị trí bề mặt được quy định tùy thuộc vào cấp chính xác của chúng. Tiêu chuẩn quy định 16 cấp chính xác hình dạng và vị trí bề mặt và kí hiệu theo mức chính xác giảm dần là: IT1, IT2,..., IT16. Giá trị dung sai ứng với các cấp chính xác khác nhau được chỉ dẫn trong các bảng 5.3÷5.6, phụ lục 2. Muốn xác định trị số dung sai

hình dạng và vị trí khi thiết kế các chi tiết, trước hết phải chọn **cấp chính xác**. Cấp chính xác hình dạng và vị trí bề mặt thường được chọn dựa vào phương pháp gia công bề mặt, ví dụ bề mặt sau mài tinh có thể đạt cấp chính xác IT5 hoặc IT6 về hình dạng và vị trí bề mặt. Sau khi chọn được **cấp chính xác** rồi thì dựa vào **kích thước danh nghĩa** tra trị số dung sai theo các bảng tiêu chuẩn, bảng 5.3÷5.6, phụ lục 2.

Đối với bề mặt trụ tròn thì chọn cấp chính xác hình dạng có thể dựa vào quan hệ giữa cấp chính xác hình dạng và cấp chính xác kích thước như chỉ dẫn trong bảng 3.3. Theo quan hệ này thì ngoài cấp chính xác kích thước, cấp chính xác hình dạng còn được chọn tùy thuộc vào độ chính xác hình học tương đối. Độ chính xác hình học tương đối có 4 mức: thường, hơi cao, cao, đặc biệt cao. Chọn mức nào là tùy thuộc vào chức năng quan trọng của từng chi tiết.

Bảng 3.3. Cấp chính xác hình dạng ứng với cấp chính xác kích thước

Độ chính xác hình học tương đối	Cấp chính xác kích thước											
	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12
	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

3.2.2 Nhám bề mặt

3.2.2.1 Bản chất nhám bề mặt

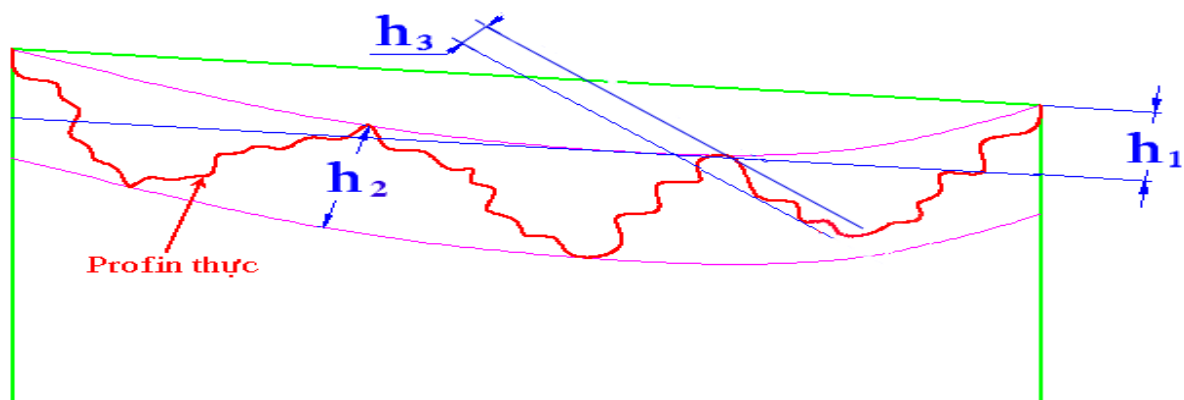
Bề mặt chi tiết sau khi gia công không bằng phẳng một cách lí tưởng mà có những mấp mô. Những mấp mô này là kết quả của quá trình biến dạng dẻo của bề mặt chi tiết khi cắt gọt lớp kim loại, là vết lưỡi cắt để lại trên bề mặt gia công, là ảnh hưởng của rung động khi cắt và của nhiều nguyên nhân khác nữa. Tuy vậy, không phải toàn bộ những mấp mô trên bề mặt đều thuộc về nhám bề mặt, mà nó là tập hợp những mấp mô có bước tương đối nhỏ và được xét trong giới hạn chiều dài chuẩn, l (chiều dài của phần bề mặt được chọn để đo nhám). Giá trị của chiều dài chuẩn được qui định phụ thuộc vào nhám bề mặt, bảng 3.4.

Bảng 3.4. Độ nhám bề mặt

Cấp độ nhám bề mặt	Thông số nhám (μm)		Chiều dài chuẩn l (mm)
	R_a	R_z	
1	Từ 80 đến 40	Từ 320 đến 160	8
2	Dưới 40 đến 20	Dưới 160 đến 80	
3	" 20 " 10	" 80 " 40	
4	" 10 " 5	" 40 " 20	2,5
5	" 5 " 2,5	" 20 " 10	
6	" 2,5 " 1,25	" 10 " 6,3	0,8
7	" 1,25 " 0,63	" 6,3 " 3,2	
8	" 0,63 " 0,32	" 3,2 " 1,6	
9	" 0,32 " 0,16	" 1,6 " 0,8	0,25
10	" 0,16 " 0,08	" 0,8 " 0,4	
11	" 0,08 " 0,04	" 0,4 " 0,2	
12	" 0,04 " 0,02	" 0,2 " 0,1	
13	" 0,02 " 0,01	" 0,1 " 0,05	0,08
14	" 0,01 " 0,005	" 0,05 " 0,025	

Trên hình 3.22 là hình ảnh phóng đại của prôfin bề mặt sau gia công. Trên đó có những loại mấp mô khác nhau:

- Những mấp mô có tỉ số giữa bước mấp mô p , và chiều cao mấp mô h , bé hơn hoặc bằng 50 ($p/h \leq 50$) thì thuộc về nhám bề mặt, mấp mô có chiều cao h_3 trên hình vẽ.



Hình 3.22. Hình ảnh phóng đại của prôfin bề mặt sau gia công

- Những mấp mô mà $50 \leq p/h \leq 1000$ thuộc về sóng bề mặt, mấp mô có chiều cao h_2 .
- Những mấp mô mà $p/h > 1000$ thuộc về sai lệch hình dạng, mấp mô có chiều cao h_1 .

Nhám bề mặt là một thông số hình học có ảnh hưởng lớn đến chất lượng sử dụng của chi tiết máy và bộ phận máy. Đối với những chi tiết trong môi ghép động (ổ trượt, sóng dẫn, con trượt) bề mặt chi tiết làm việc trượt tương đối với nhau, nên khi nhám càng lớn càng khó đảm

bảo hình thành màng dầu bôi trơn bề mặt, dễ dẫn đến trạng thái làm việc với ma sát nửa ướt, thậm chí cả ma sát khô, do đó giảm thấp hiệu suất làm việc, tăng nhiệt độ làm việc. Bề mặt làm việc bị mòn nhanh giảm thời hạn sử dụng của chi tiết.

Đối với các mối ghép có độ dôi lớn, khi ép hai chi tiết vào nhau thì nhám bị san phẳng, nhám càng lớn thì lượng san phẳng càng lớn, độ dôi lắp ghép càng giảm do đó giảm độ bền chắc của mối ghép.

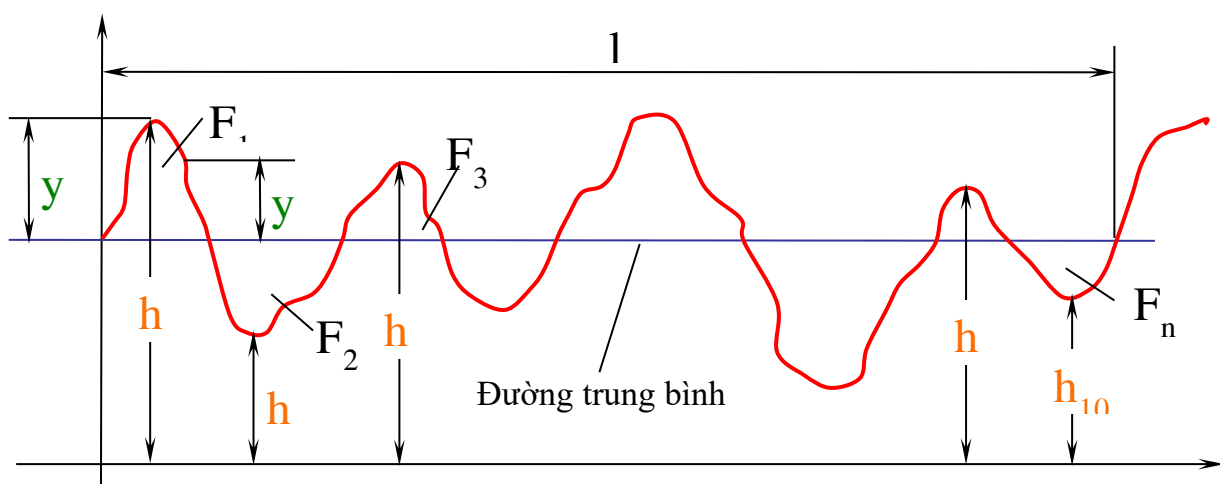
Đối với những chi tiết làm việc ở trạng thái chịu tải chu kỳ và tải trọng động thì nhám là nhân tố tập trung ứng suất dễ phát sinh rạn nứt làm giảm độ bền mỏi của chi tiết.

Nhám càng nhỏ thì bề mặt càng nhẵn, khả năng chống lại sự ăn mòn càng tốt, bề mặt chi tiết càng lâu bị gỉ.

3.2.2.2 Các chỉ tiêu đánh giá

Để đánh giá nhám bề mặt người ta dùng các yếu tố hình học của nhám làm chỉ tiêu. Các chỉ tiêu này được xác định trong phạm vi chiều dài chuẩn l và được tính toán so với đường trung bình, mm của prôfin bề mặt, hình 3.23

Đường trung bình có dạng prôfin danh nghĩa của bề mặt, trong giới hạn chiều dài chuẩn nó chia prôfin thực sao cho tổng bình phương khoảng cách từ các điểm trên prôfin đến đường trung bình ($y_1, y_2, \dots, y_n$) là nhỏ nhất.



Hình 3.23. Các chỉ tiêu đánh giá nhám bề mặt

Theo tiêu chuẩn TCVN 2511-95, để đánh giá nhám người ta sử dụng 2 chỉ tiêu sau:

- Sai lệch trung bình số học của prôfin R_a : là trung bình số học các giá trị tuyệt đối của sai lệch prôfin (y) trong giới hạn chiều dài chuẩn. Sai lệch prôfin (y) là khoảng cách từ các điểm trên prôfin thực đến đường trung bình, đo theo phương pháp tuyến với đường trung bình.

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i| \text{ hoặc } R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y| dx$$

- Chiều cao mấp mô profin theo mười điểm, R_z : là trị số trung bình của tổng các giá trị tuyệt đối của chiều cao năm đỉnh cao nhất và chiều sâu của năm đáy thấp nhất của profin trong giới hạn chiều dài chuẩn.

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 + \dots + h_9) - (h_2 + h_4 + \dots + h_{10})}{5} = \frac{1}{5}(\sum h_{i\max} - \sum h_{i\min})$$

Trong thực tế thiết kế, việc chọn chỉ tiêu nào (R_a hoặc R_z) là tùy thuộc vào chất lượng yêu cầu và đặc tính kết cấu của bề mặt. Chỉ tiêu R_a được sử dụng phổ biến nhất vì nó cho phép ta đánh giá chính xác hơn và thuận lợi hơn những bề mặt có yêu cầu nhám trung bình. Đối với những bề mặt yêu cầu nhám quá nhỏ hoặc quá thô thì dùng chỉ tiêu R_z lại cho ta khả năng đánh giá chính xác hơn so với chỉ tiêu R_a . Chỉ tiêu R_z còn được sử dụng đối với những bề mặt kích thước nhỏ hoặc có profin phức tạp. Ví dụ lưỡi cắt của dụng cụ, các chi tiết trong đồng hồ.

Dựa vào R_a và R_z , TCVN 2511-95 chia nhám bề mặt ra làm 14 cấp với mức độ nhám giảm dần.

Tiêu chuẩn cũng quy định dãy giá trị của các thông số chiều cao nhám: R_a , R_z và $R_{\max}$, bảng 3.5 và 3.6. Khi định giá trị của các thông số đó, trước hết phải sử dụng các giá trị trong dãy ưu tiên.

Bảng 3.5. Sai lệch trung bình số học profin, 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	8,0	
0,100	1,00	10,0	10,0	

Chú thích: Ưu tiên dùng trị số đậm

Bảng 3.6. Chiều cao mấp profin theo mười điểm R_z và chiều cao lớn nhất mấp mô của profin, R_{max} (μm)

	0,125	1,25	12,5	125	1250
	0,160	1,60	16	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 đậm.

3.2.2.3 Xác định giá trị cho phép của thông số nhám

Trị số cho phép của thông số nhám bề mặt được xác định tùy thuộc vào chức năng sử dụng của bề mặt và điều kiện làm việc của chi tiết. Trong thực tế có thể chọn trị số cho phép dựa vào phương pháp gia công hợp lý, đảm bảo yêu cầu nhám bề mặt và yêu cầu độ chính xác của các thông số hình học khác. Mặt khác cũng có thể dựa vào quan hệ giữa nhám với dung sai kích thước và hình dạng để xác định, bảng 3.7.

Bảng 3.7. Nhám bề mặt ứng với dung sai kích thước và hình dạng

Cấp chính xác kích thước	Dung sai hình dạng theo % của dung sai kích thước	Kích thước danh nghĩa (mm)			
		Đến 18	Trên 18 đến 50	Trên 50 đến 120	Trên 120 đến 500
		Giá trị R_z (μm) không lớn hơn			
IT3	100	0,2	0,4	0,4	0,8
	60	0,1	0,2	0,2	0,4
	40	0,05	0,1	0,1	0,2
IT4	100	0,4	0,8	0,8	1,6
	60	0,2	0,4	0,4	0,8
	40	0,1	0,2	0,2	0,4
IT5	100	0,4	0,8	1,6	1,6
	60	0,2	0,4	0,8	0,8

	40	0,1	0,2	0,4	0,4
IT6	100	0,8	1,6	1,6	3,2
	60	0,4	0,8	0,8	1,6
	40	0,2	0,4	0,4	0,8
IT7	100	1,6	3,2	3,2	3,2
	60	0,8	1,6	1,6	3,2
	40	0,4	0,8	0,8	1,6
IT8	100	1,6	3,2	3,2	3,2
	60	0,8	1,6	3,2	3,2
	40	0,4	0,8	1,6	1,6
IT9	100, 60	3,2	3,2	6,3	6,3
	40	1,6	3,2	3,2	6,3
	25	0,8	1,6	1,6	3,2
IT10	100; 60	3,2	6,3	6,3	6,3
	40	1,6	3,2	3,2	6,3
	25	0,8	1,6	1,6	3,2
IT11	100; 60	6,3	6,3	12,5	12,5
	40	3,2	3,2	6,3	6,3
	25	1,6	1,6	3,2	3,2
IT12	100; 60	12,5	12,5	25	25
IT13	40	6,3	6,3	12,5	12,5

3.2.2.4 Ghi ký hiệu nhám trên bản vẽ chi tiết

Có thể ghi trên bản vẽ một trong các ký hiệu sau:

- ☑ : dùng cho bề mặt yêu cầu không gia công hoặc bề mặt vẫn còn như lúc giao hàng;
- ☐ : dùng cho bề mặt có yêu cầu gia công cắt gọt;
- ☑ : dùng cho bề mặt không qui định phương pháp gia công.

Ô 1: Ghi trị số R_a hoặc R_z ;

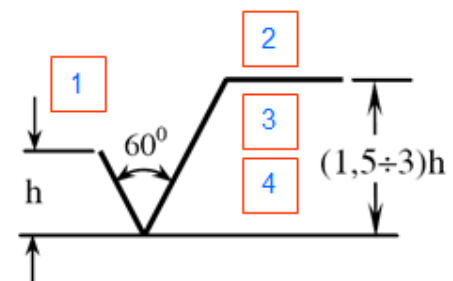
Ô 2: Ghi phương pháp gia công lần cuối (nếu có yêu cầu);

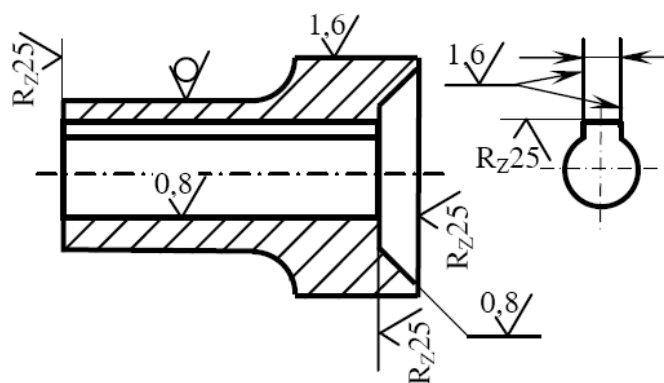
Ô 3: Ghi trị số chiều dài chuẩn (nếu khác tiêu chuẩn);

Ô 4: Ghi ký hiệu hướng nhấp nhô (nếu có).

Ghi chú:

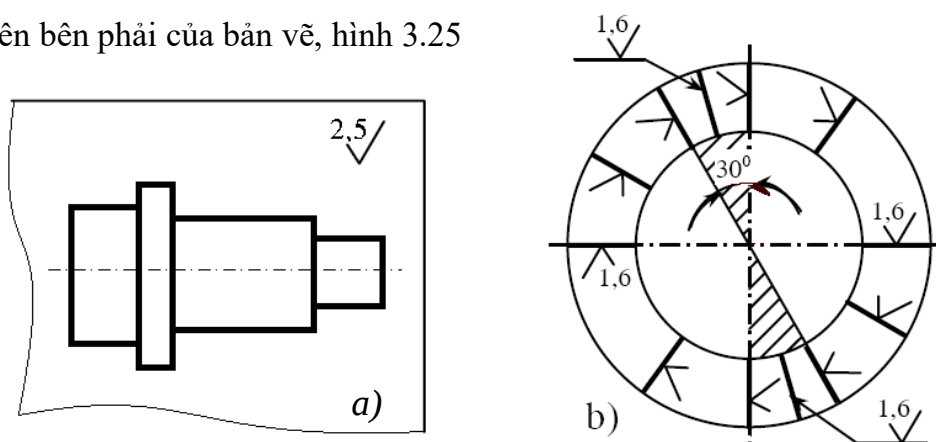
- Độ nhám của bề mặt đã được gia công ở giai đoạn tạo phôi và không cần gia công cắt gọt thêm sẽ được ký hiệu bằng dấu ☑





Hình 3.24. Ký hiệu nhám bề mặt

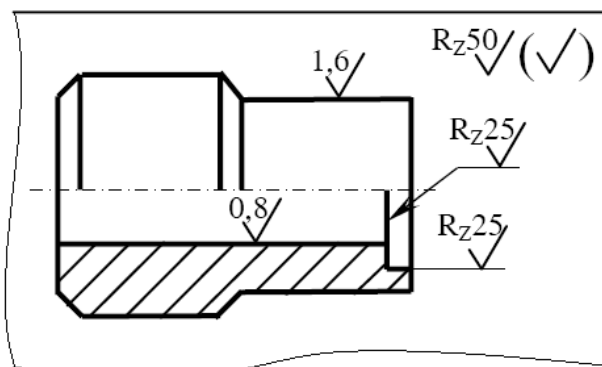
- Nếu tất cả các bề mặt của chi tiết có cùng một cấp độ nhám thì chỉ ghi ký hiệu độ nhám chung ở góc trên bên phải của bản vẽ, hình 3.25



Hình 3.25. Ký hiệu độ nhám của các bề mặt khác

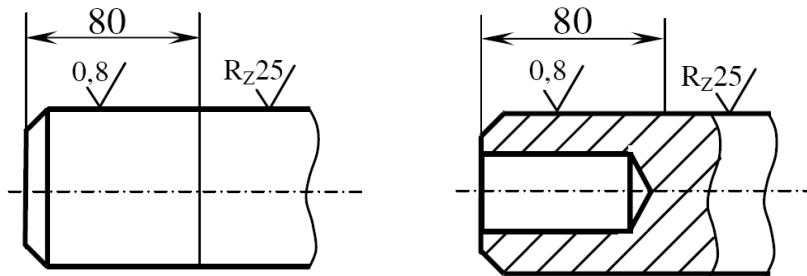
- Độ nhám của mỗi bề mặt chỉ ghi một lần trên bản vẽ và ký hiệu được đặt trên đường bao thấy, đường giống hay trên giá ngang của đường giống với đỉnh của ký hiệu chỉ vào bề mặt được ghi, theo qui tắc ghi kích thước.

- Nếu một số bề mặt của chi tiết có cùng một cấp độ nhám thì chỉ ghi ký hiệu độ nhám chung cho các bề mặt đó ở góc trên bên phải của bản vẽ và để trong dấu ngoặc đơn dấu hiệu ✓. Ký hiệu độ nhám của các bề mặt khác còn lại được ghi trực tiếp trên các bề mặt đó, hình 3.26.



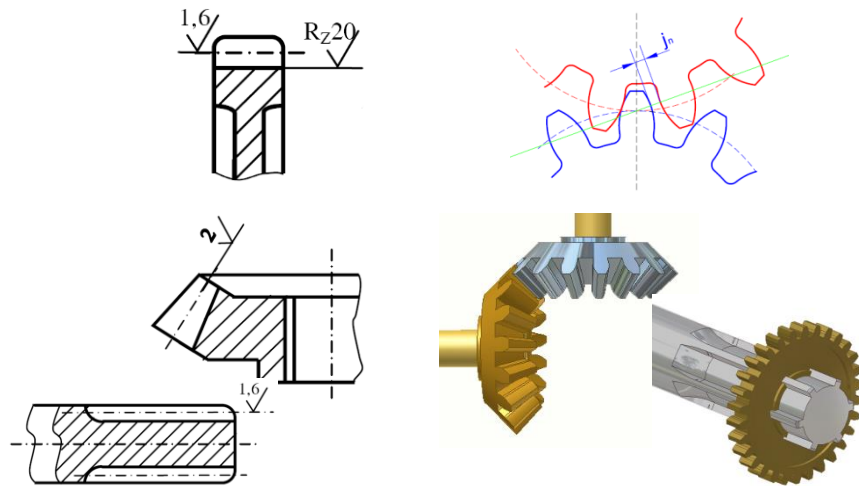
Hình 3.26. Ký hiệu độ nhám chung cho các bề mặt khác

- Nếu các phần của cùng một bề mặt có độ nhám khác nhau thì phải vẽ đường phân cách bằng nét liền mảnh, ghi kích thước tương ứng và ghi ký hiệu độ nhám cho từng phần. Đường phân cách không được vạch qua vùng ký hiệu vật liệu trên mặt cắt, hình 3.27.



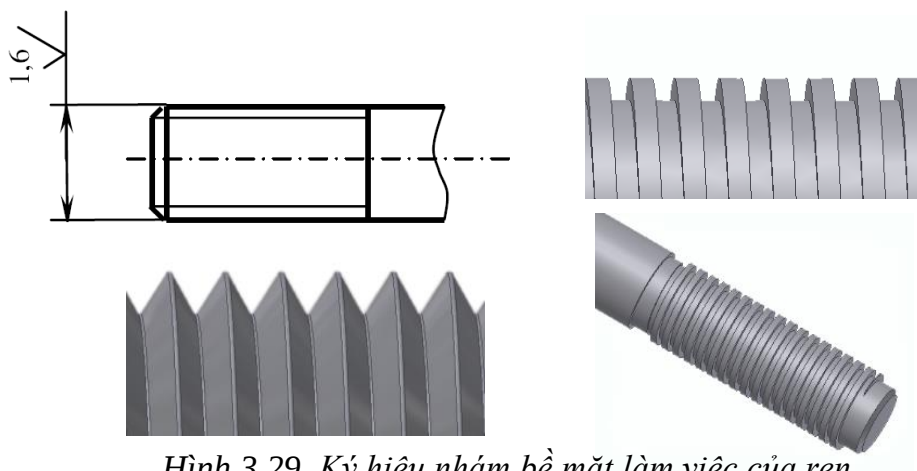
Hình 3.27. Ký hiệu vật liệu trên mặt cắt

- Độ nhám của mặt răng, then hoa được ghi trực tiếp trên pôfin (nếu bản vẽ có) hoặc trên đường biểu diễn mặt chia (khi trên bản vẽ không vẽ pôfin của bánh răng hoặc của then hoa).
- Ký hiệu độ nhám của bề mặt đỉnh răng và mặt đáy răng được ghi trên đường biểu diễn mặt đỉnh và mặt đáy, hình 3.28.



Hình 3.28. Ký hiệu độ nhám của bề mặt đỉnh răng và mặt đáy răng

- Ký hiệu nhám bề mặt làm việc của ren được ghi ngay trên pôfin ren (nếu bản vẽ có) hoặc bên cạnh kích thước đường kính ren, hình 3.29.



Hình 3.29. Ký hiệu nhám bề mặt làm việc của ren

3.2.3 Một số ví dụ áp dụng

3.2.3.1 Ví dụ 3.1

Giải thích ý nghĩa của các ký hiệu sau:

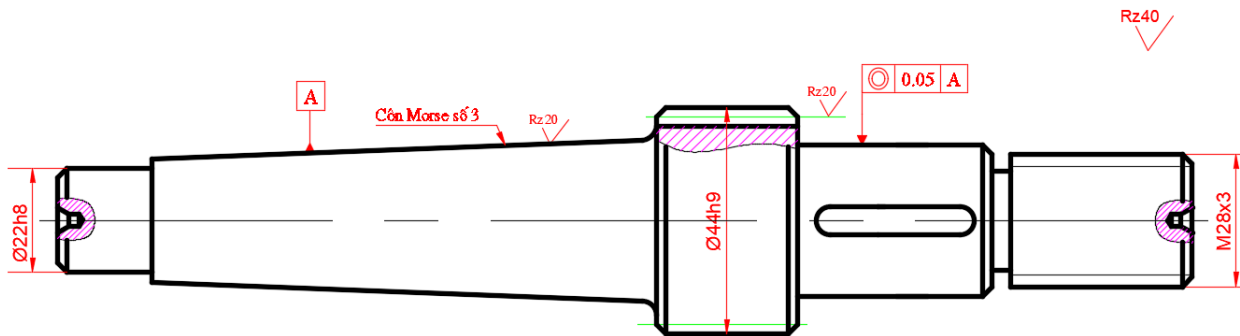
O	0,028
---	-------

Bài giải:

Ký hiệu cho biết sai lệch độ tròn không được vượt quá 0,028mm

3.2.3.2 Ví dụ 3.2

Hãy giải thích ý nghĩa của các ký hiệu trên chi tiết trục sau?



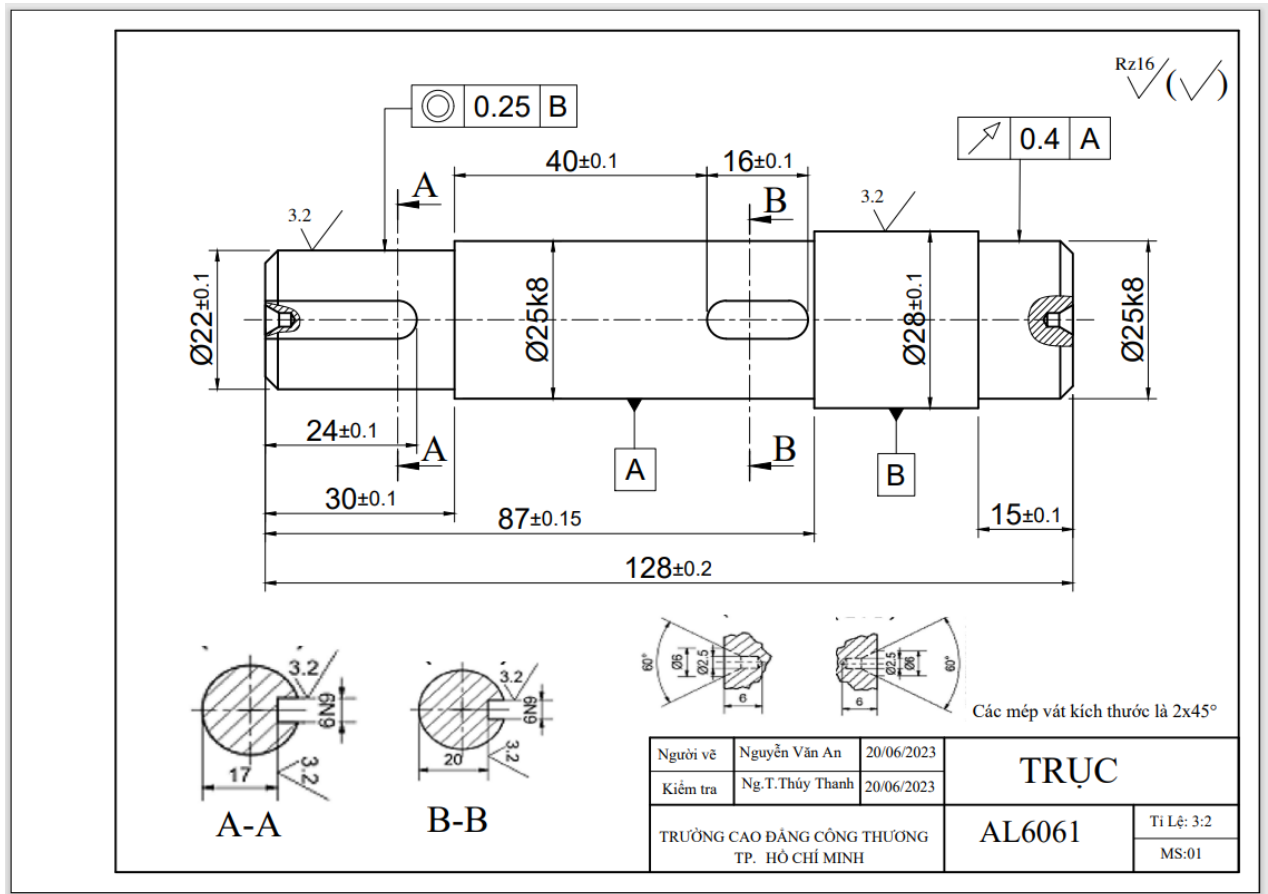
Bài giải:

- Ø22h8: kích thước danh nghĩa của trục là $d = 22\text{mm}$, miền dung sai lắp trục là h8, cấp chính xác là 8
- Rz20: độ nhám của mặt A là $Rz = 20\text{ }\mu\text{m}$
- Ø44h9: kích thước danh nghĩa của trục là $d = 44\text{mm}$, miền dung sai lắp trục là h9, cấp chính xác là 9
- Rz20: độ nhám của bánh răng là $Rz = 20\text{ }\mu\text{m}$
- 0.05 A : Dung sai độ đồng trục của bề mặt đang khảo sát so với mặt A không quá 0,05mm
- M28x3: ren tam giác hệ mét, kích thước danh nghĩa của trục là $d = 28\text{ mm}$, bước ren $p = 3$, ren xoắn phải, ren 1 đầu mối.
- Rz40: độ nhám của các bề mặt còn lại là $Rz = 40\text{ }\mu\text{m}$

3.2.3.3 Ví dụ 3.3

Cho chi tiết như hình vẽ, ghi các ký hiệu sai lệch hình dạng và vị trí vào bản vẽ?

- Tra dung sai độ đồng trục của kích thước Ø22 với cấp chính xác 9 so với mặt chuẩn B và dung sai độ đảo hướng kính của kích thước Ø25k8 so với mặt chuẩn A.
- Hãy xác định độ nhám của các bề mặt rồi ghi ký hiệu trên bản vẽ chi tiết.



Bài giải:

a. Tra bảng 5.4 phụ lục 2 ta có dung sai độ đồng trục của kích thước $\varnothing 22$ với cấp chính xác 9 so với mặt chuẩn B là $25 \mu m$ và tra bảng 5.6 phụ lục 2 dung sai độ đảo hướng kính của kích thước $\varnothing 25k8$ so với mặt chuẩn A là $40 \mu m$.

b. Tra bảng 5.8 phụ lục 2 độ nhám của các bề mặt được ghi như bản vẽ trên.

3.2.4 Câu hỏi ôn tập và bài tập

1. Trình bày các dạng sai lệch hình dạng, vị trí bề mặt và các dấu hiệu tương ứng để ghi kí hiệu chúng?
2. Trình bày phương pháp xác định dung sai hình dạng và vị trí bề mặt khi thiết kế?
3. Thế nào là nhám bề mặt và nguyên nhân phát sinh ra nó?
4. Trình bày các thông số đánh giá nhám bề mặt?
5. Trình bày phương pháp xác định độ nhám bề mặt chi tiết khi thiết kế?
6. Cho chi tiết như hình 1.
 - a. Xác định dung sai độ phẳng của mặt A và dung sai độ tròn, dung sai của sai lệch profin mặt cắt dọc của bề mặt $\varnothing 30H7$;
 - b. Xác định dung sai độ vuông góc của lỗ $\varnothing 30H7$ và $\varnothing 16H8$ so với mặt A;

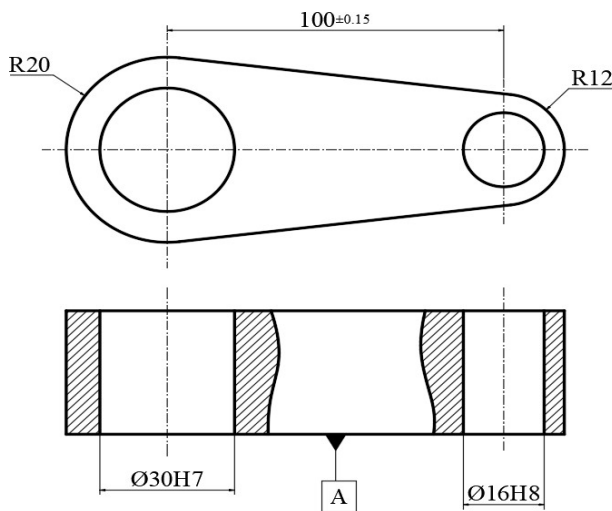
c. Ghi kí hiệu sai lệch hình dạng và vị trí vào bản vẽ.

Biết cấp chính xác hình dạng và vị trí là cấp 8.

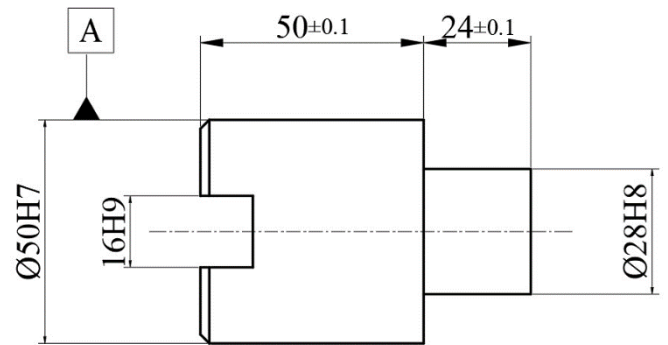
7. Cho chi tiết như hình 2 với cấp chính xác hình dạng và vị trí bề mặt là cấp 8, hãy xác định:

- Dung sai độ tròn của mặt $\varnothing 50H7$;
- Dung sai độ đồng trục của mặt $\varnothing 28H8$ so với mặt A;
- Dung sai độ đối xứng của rãnh $16H9$ so với mặt A;
- Ghi kí hiệu sai lệch hình dạng và vị trí đã xác định vào bản vẽ.

8. Với các chi tiết đã cho như hình 1 và 2. Hãy xác định độ nhám của các bề mặt: $\varnothing 30H7$, $\varnothing 16H8$, mặt chuẩn A (hình 1); mặt $\varnothing 50H7$, $\varnothing 28H8$ và rãnh $16H9$ (hình 2), rồi ghi kí hiệu trên bản vẽ chi tiết.

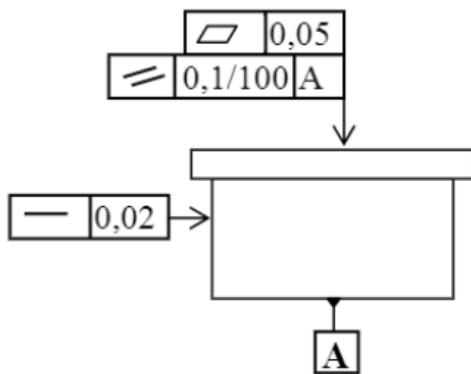


Hình 1

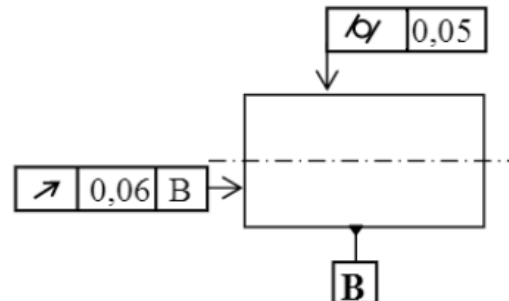


Hình 2

9. Giải thích các sai lệch hình dạng và vị trí tương quan đã cho như hình 3 và hình 4 sau:

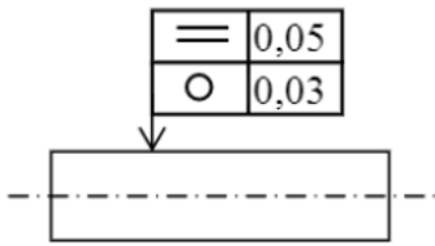


a).

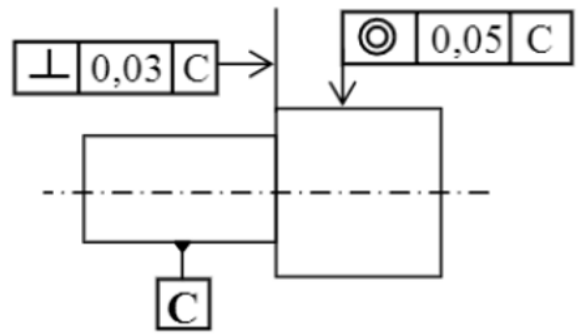


b).

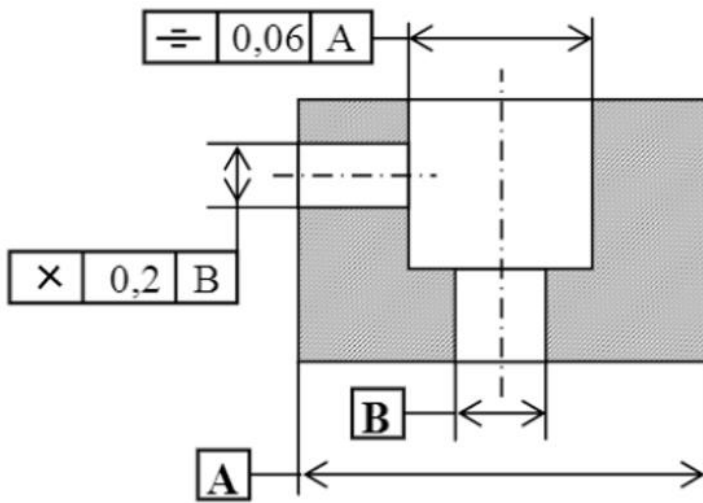
Hình 3



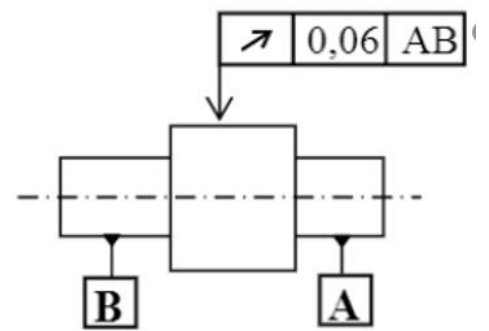
a).



b).



c).



d).

Hình 4

CHƯƠNG 4. DUNG SAI KÍCH THƯỚC VÀ LẮP GHÉP CỦA CÁC MỐI GHÉP THÔNG DỤNG

4.1 Mục tiêu:

4.1.1 Kiến thức:

- Trình bày các qui định của TCVN về dung sai lắp ghép của các mối ghép thông dụng;
- Trình bày được ký hiệu các mối ghép thông dụng trên bản vẽ kỹ thuật.

4.1.2 Kỹ năng:

- Vận dụng linh hoạt dung sai lắp ghép các mối ghép thông dụng vào công nghệ chế tạo, sửa chữa và lắp máy;
- Đọc được ký hiệu các mối ghép thông dụng trên bản vẽ kỹ thuật.

4.2 Nội dung chương:

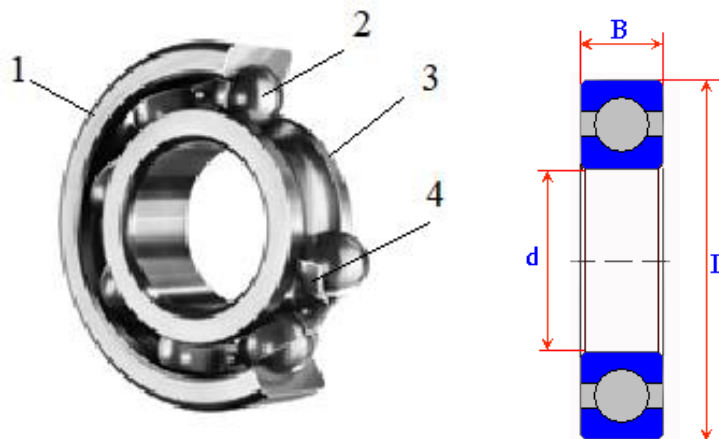
4.2.1 Mối ghép ổ lăn với trục và lỗ thân hộp

4.2.1. 1 Cấu tạo và các kích thước cơ bản

a. Cấu tạo của ổ lăn

Ổ lăn thường dùng để đỡ trục tâm, trục truyền và các chi tiết quay, đảm bảo chuyển động quay và đỡ tải trọng tác dụng lên các chi tiết trên.

- Ổ lăn thường gồm: vòng ngoài 1, con lăn 2, vòng trong 3 và vòng cách 4.



Hình 4.1. Cấu tạo ổ lăn

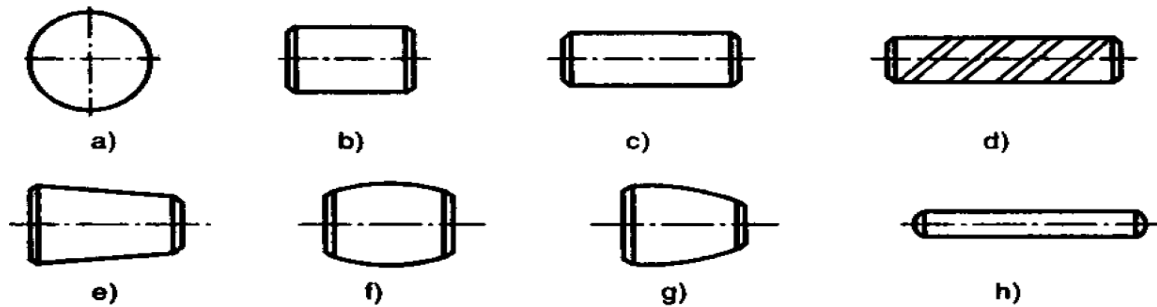
- Vòng trong và vòng ngoài thường có rãnh, vòng trong lắp với vai trục (ngõng trục), vòng ngoài lắp với gối trục (vỏ máy).
- Thông thường vòng trong quay cùng với trục và vòng ngoài đứng yên. Nhưng cũng có khi vòng ngoài quay cùng với gối trục còn vòng trong đứng yên cùng với trục (ổ lăn trong quạt trần).

b. Kích thước cơ bản của ổ lăn

- Kích thước đường kính trong của vòng trong d ;
- Kích thước đường kính ngoài của vòng ngoài D ;
- Kích thước chiều rộng ổ B ;
- Các kích thước cơ bản đạt tính đối xứng hoàn toàn;
- Các kích thước khác của các chi tiết bên trong chỉ có tính đối xứng bộ phận.

c. Phân loại

- Theo hình dạng con lăn: ổ bi, ổ đĩa, ổ côn, ổ kim.



- | | |
|-------------------|-------------------------------|
| a) Ổ bi | e) Ổ côn |
| b) Ổ đĩa trụ ngắn | f) Ổ đĩa trống đối xứng |
| c) Ổ đĩa trụ dài | g) Ổ đĩa trống không đối xứng |
| d) Ổ đĩa xoắn | h) Ổ đĩa kim |

Hình 4.2. Các dạng con lăn

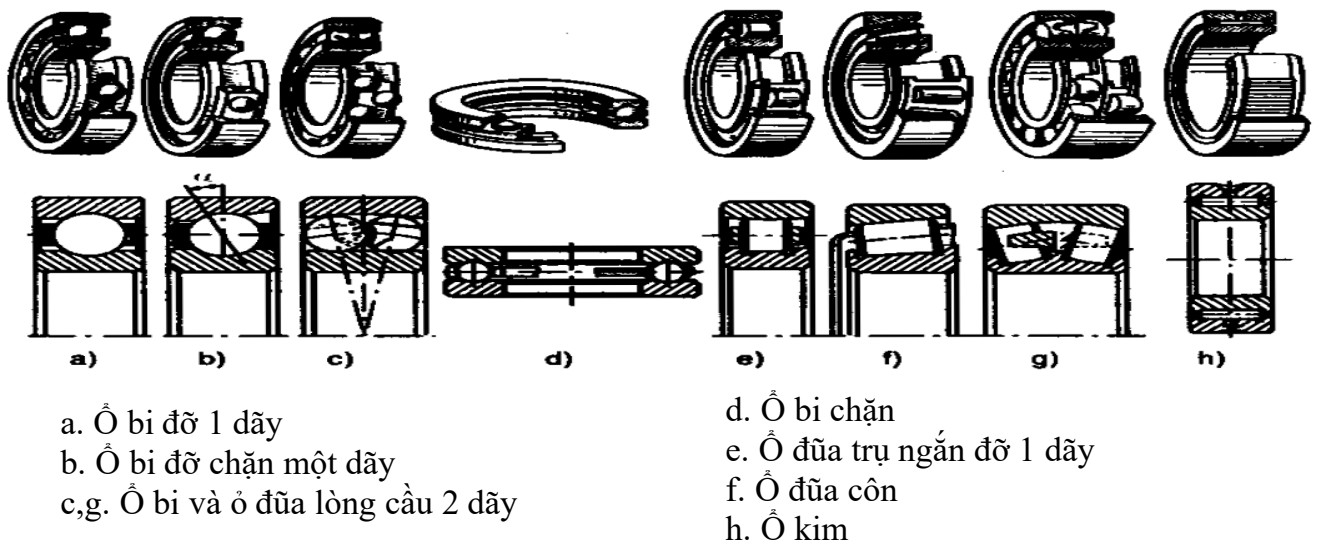
- Theo khả năng chịu lực: ổ đỡ, ổ chặn, ổ đỡ chặn.
- + Ổ đỡ: Chỉ chịu được lực hướng tâm mà không chịu hoặc chỉ chịu một phần nhỏ lực dọc trục.
- + Ổ chặn: Chỉ chịu được lực dọc trục.
- + Ổ đỡ chặn: Chịu được lực hướng tâm lẫn lực dọc trục.
- Theo số dãy con lăn: ổ một dãy, ổ hai dãy, ổ bốn dãy.
- Theo khả năng chịu tải: ổ cỡ đặc biệt nhẹ, ổ cỡ rất nhẹ, ổ cỡ trung bình, ổ cỡ nặng;
- Theo cỡ chiều rộng: ổ hẹp, bình thường, rộng, rất rộng.

d. Ưu, nhược điểm của ổ lăn

- Ưu điểm:
- + Do sản xuất hàng loạt nên giá thành ổ lăn thấp;
- + Ma sát sinh ra trong ổ là ma sát lăn nên tổn thất công suất do ma sát thấp;

- + Mức độ tiêu chuẩn hóa và tính lắp lẫn cao nên thay thế thuận tiện khi sửa chữa và bảo dưỡng máy;
- + Chăm sóc và bôi trơn đơn giản;
- + So với ổ trượt thì ổ lăn có kích thước dọc trục nhỏ hơn.
- Nhược điểm:
- + Kích thước hướng kính tương đối lớn;
- + Lực quán tính tác dụng lên con lăn khá lớn khi làm việc với vận tốc cao, có thể phá vỡ vòng cách;
- + Khả năng chịu va đập và chấn động kém do độ cứng của kết cấu ổ lăn thấp;
- + Ôn khi làm việc với vận tốc cao.

e. Một số loại ổ lăn thông dụng



Hình 4.3. Các loại ổ lăn

f. Ký hiệu ổ lăn

Theo TCVN 3776:2009 ổ lăn được ký hiệu gồm 7 chữ số, đọc theo thứ tự từ phải sang trái:

7	6	5	4	3	2	1
Chữ số thứ 7	Chữ số thứ 5, 6		Chữ số thứ 4	Chữ số thứ 3	Hai số đầu	

- Hai số đầu: biểu thị đường kính trong của ổ
- + $20 \leq d < 495$: Hai số đầu bằng $1/5d$.
- + $10 \leq d < 20$: gồm 4 cỡ đường kính d được ký hiệu như sau:

$d = 10\text{mm}$ ký hiệu 00

$d = 12\text{mm}$ kí hiệu 01

$d = 15\text{mm}$ kí hiệu 02

$d = 17\text{mm}$ kí hiệu 03

+ $d < 9$: số đầu biểu thị trị số thực của d , số thứ hai chỉ cỡ ổ, số thứ ba là số 0.

Ghi chú: Các ổ lăn có đường kính $d = 10 \div 20\text{ mm}$ nhưng không trùng với các trị số ghi trên, đường kính trong được ký hiệu theo các đường kính trong danh nghĩa gần đúng ghi trên. Khi đó chữ số thứ ba kể từ phải sang là số 9.

– Số thứ ba: chỉ cỡ ổ (biểu thị cho cỡ kích thước đường kính ngoài D và bề rộng B), gồm có:

1: rất nhẹ; 2: nhẹ; 3: trung bình; 4: nặng; 5: nhẹ rộng; 6: trung bình rộng; 7 và 8: ổ lăn có đường kính ngoài hoặc chiều rộng không tiêu chuẩn.

- Số thứ tư: chỉ loại ổ

0: là loại ổ bi đỡ một dãy

1: là loại ổ bi đỡ lồng cầu hai dãy

2: là loại ổ đĩa trụ ngắn đỡ

3: là loại ổ đĩa đỡ lồng cầu 2 dãy

4: là loại ổ kim hoặc ổ đĩa trụ dài

5: là loại ổ đĩa trụ xoắn đỡ

6: là loại ổ bi đỡ chặn

7: là loại ổ đĩa côn

8: là loại ổ bi chặn

9: là loại ổ đĩa chặn

– Số thứ năm và sáu (nếu có): chỉ đặc điểm về cấu tạo ổ.

3: vòng bi đĩa trụ một dãy, vòng chặn trong không có gờ chặn

4: Giống ổ bi số 3 nhưng vòng chặn trong có gờ chặn

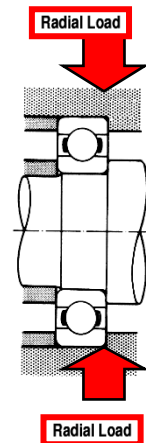
5: vòng bi có một rãnh để lắp vòng hãm định vị ở vòng chặn ngoài

6: vòng bi có một vòng đệm chặn dầu được chế tạo bằng thép lá

8: vòng bi có 2 vòng đệm chặn dầu bằng thép lá

9: Bi đĩa hình trụ một dãy

Thông số này được áp dụng cho các loại ổ lăn có thông số riêng



Hình 4.4. Cấu tạo ổ lăn đỡ một dãy

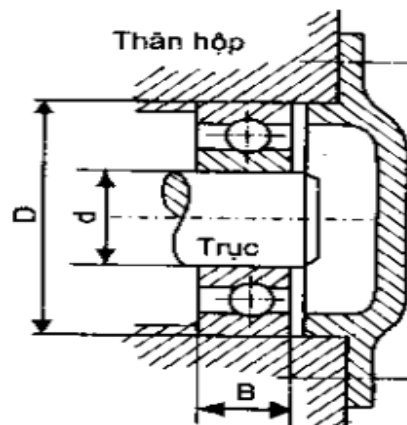
Ví dụ:

- + Có một vòng che bụi: 06
- + Có hai vòng che bụi: 08
- + Có vai: 34
- + Thể hiện góc tiếp xúc của bi trong ổ đỡ chặn.
- Số cuối cùng được ngăn cách bằng gạch ngang (-) chỉ cấp chính xác. TCVN 1480 - 84 qui định 5 cấp chính xác ổ lăn và được ký hiệu là P0, P6, P5, P4, P2 (cho phép dùng ký hiệu 0, 6, 5, 4, 2) với mức độ chính xác tăng dần. Thông thường sử dụng cấp chính xác 0 và tiêu chuẩn qui định không cần ghi số 0 trong ký hiệu.

4.2.1.2 Chọn lắp ghép ổ lăn

- Lắp ghép của vòng ngoài ổ lăn với lỗ của thân hộp được thực hiện theo hệ thống trục.
- Lắp ghép vòng trong ổ lăn với trục theo hệ thống lỗ.
- Miền dung sai của đường kính D và d của ổ lăn đều phân bố về phía âm so với vị trí kích thước danh nghĩa.
- Việc chọn kiểu lắp cho mỗi ghép ổ lăn trên trục và trong hộp tùy thuộc vào:
 - + Kiểu, kích thước và cấp chính xác ổ lăn;
 - + Điều kiện sử dụng ổ;
 - + Trị số, phương và đặc tính tải trọng tác dụng lên ổ;
 - + Dạng tải trọng tác dụng lên các vòng của ổ lăn.

Ổ lăn lắp với trục theo bề mặt trụ trong của vòng trong và lắp với lỗ thân hộp theo bề mặt trụ ngoài của vòng ngoài, hình 4.5.



Hình 4.5. Lắp ghép ổ lăn

Đây là các lắp ghép trụ trơn, vì vậy miền dung sai kích thước trục và lỗ được chọn theo tiêu chuẩn dung sai lắp ghép bề mặt trơn, TCVN 2244-99. Miền dung sai kích thước các bề mặt

lắp ghép của ổ lăn (d và D) là không thay đổi và đã được xác định khi chế tạo ổ lăn. Còn khi sử dụng ổ lăn, người thiết kế phải thay đổi miền dung sai kích thước trục và lỗ thân hộp để được các kiểu lắp có đặc tính phù hợp với điều kiện làm việc của ổ. Việc chọn kiểu lắp cho mỗi ghép ổ lăn cũng chính là chọn miền dung sai kích thước trục và lỗ thân hộp.

Chọn kiểu lắp trục với vòng trong và lỗ thân hộp với vòng ngoài phụ thuộc chủ yếu vào đặc tính và dạng tải trọng tác dụng lên các vòng ổ lăn. Dạng tải trọng tác dụng lên các vòng ổ lăn bao gồm: dạng tải chu kì, dạng tải cục bộ và dao động.

- Dạng tải chu kì: tải trọng lần lượt tác dụng lên khắp đường lăn của ổ và lặp lại sau mỗi chu kì quay của ổ. Vòng chịu tải chu kì thường được lắp có độ dôi để duy trì tình trạng tác dụng đều đặn của lực lên khắp đường lăn làm cho vòng lăn mòn đều, nâng cao độ bền của ổ.
- Dạng tải cục bộ và dao động: Tải trọng chỉ tác dụng lên một phần đường lăn còn các phần khác thì không, nên mòn cục bộ. Vòng chịu tải cục bộ và dao động thường được lắp có độ hở để dưới tác động của va đập và chấn động, vòng ổ lăn bị xô dịch đi, miền chịu lực thay đổi làm cho vòng lăn mòn đều hơn, nâng cao độ bền của ổ.

Như vậy tùy theo kết cấu ổ lăn, điều kiện làm việc và dạng tải trọng tác dụng lên vòng ổ lăn mà ta chọn miền dung sai kích thước trục và lỗ thân hộp theo các bảng của TCVN 1482-85. Chẳng hạn đối với các ổ lăn thông dụng cấp chính xác 0 và 6 có thể chọn theo bảng 4.1.

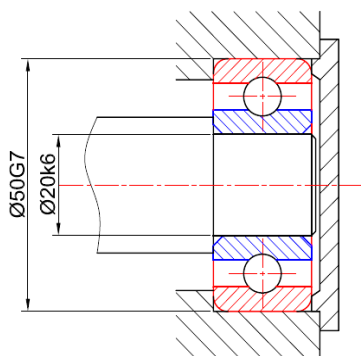
Với ổ lăn cấp chính xác 5, 4 thì chọn những miền dung sai ở cấp chính xác cao hơn. Ví dụ: Vòng chịu tải cục bộ thì chọn các miền g5, h5, f6 đối với kích thước trục và G6, H6, Js6 đối với kích thước lỗ thân hộp.

Bảng 4.1. Lắp ghép các ổ lăn thông dụng cấp chính xác 0 và 6

Dạng tải trọng của vòng ổ lăn	Miền dung sai kích thước trục	Miền dung sai kích thước lỗ thân hộp
Cục bộ	h6, g6, f7	G7, H7, Js7
Dao động	h6, js7, k6	Js6, Js7, K6, K7
Chu kì	Js6, k6, m6, n6	K7, M7, N7, P7

Với vòng chịu tải cục bộ, kích thước càng lớn thì chọn kiểu lắp có độ hở càng lớn. Ngược lại đối với vòng chịu tải chu kì khi kích thước danh nghĩa càng lớn thì chọn kiểu lắp có độ dôi càng lớn. Kích thước danh nghĩa có thể phân làm 3 loại: loại nhỏ khi $d_N < 100$ mm, trung bình khi $100 < d_N < 140$ mm, loại lớn khi $d_N > 140$ mm.

Trên bản vẽ lắp không cần ghi miền dung sai của các đường kính cơ bản của ổ lăn mà chỉ ghi miền dung sai của kích thước trục lắp với vòng trong và của lỗ trên thân hộp lắp với vòng ngoài, như hình 4.6.

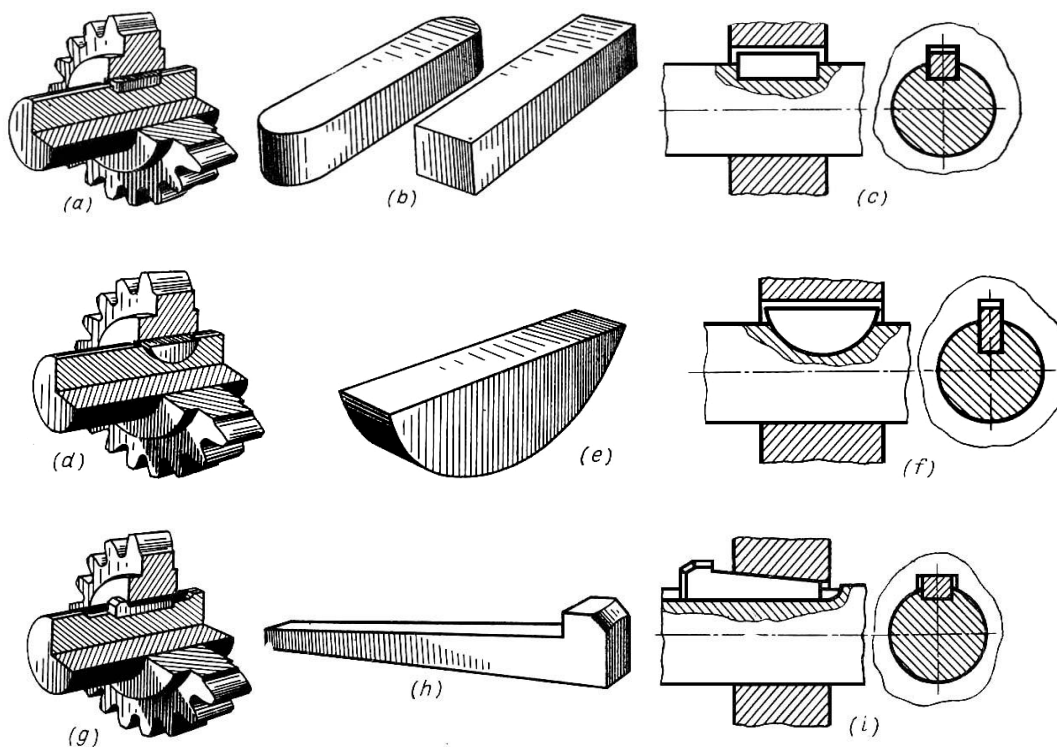


Hình 4.6. Ghi ký hiệu lắp ghép ổ lăn trên bản vẽ

4.2.2 Dung sai lắp ghép then

4.2.2.1 Khái niệm

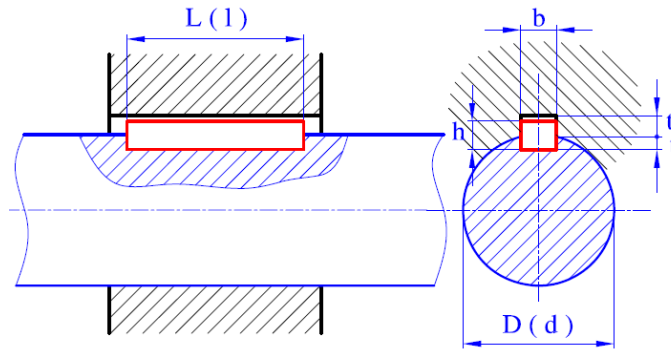
Then là một chi tiết phụ trong mỗi ghép hình trụ trơn, dùng để cố định theo chiều quay giữa trục và những chi tiết lắp trên trục như bánh răng, bánh đai, tay quay, đảm bảo truyền mô men xoắn theo yêu cầu hoặc định hướng khi chi tiết di chuyển tịnh tiến trên trục.



Hình 4.7. Lắp ghép mối ghép then

(a), (b), (c). Mối ghép then bằng
(d), (e), (f). Mối ghép then bán nguyệt
(g), (h), (i). Mối ghép then vát

- Các kích thước cơ bản của mối ghép then bằng



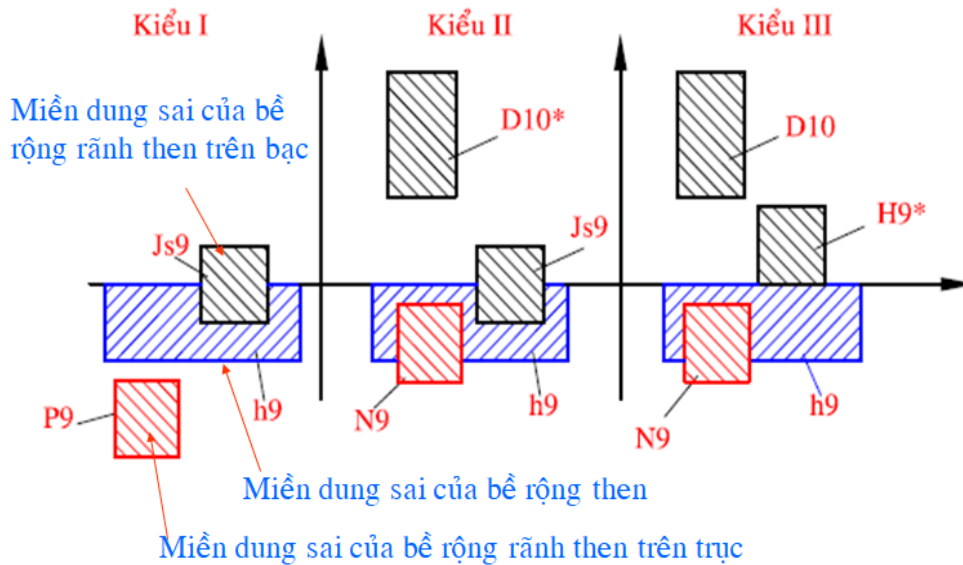
Hình 4.8. Các kích thước cơ bản của mối ghép then bằng

4.2.1.2 Chọn lắp ghép

Trong mối ghép then, kích thước lắp ghép là bề rộng b của then.

- Lắp ghép bề rộng b giữa then với rãnh then trên trục: chọn theo *hệ thống trục*.
- Lắp ghép bề rộng b giữa then với rãnh then trên lỗ: chọn theo *hệ thống trục*.

TCVN 2261-77 qui định 3 kiểu lắp ghép cho mối ghép then đối với kích thước b .



Hình 4.9. Các kiểu lắp ghép cho mối ghép then

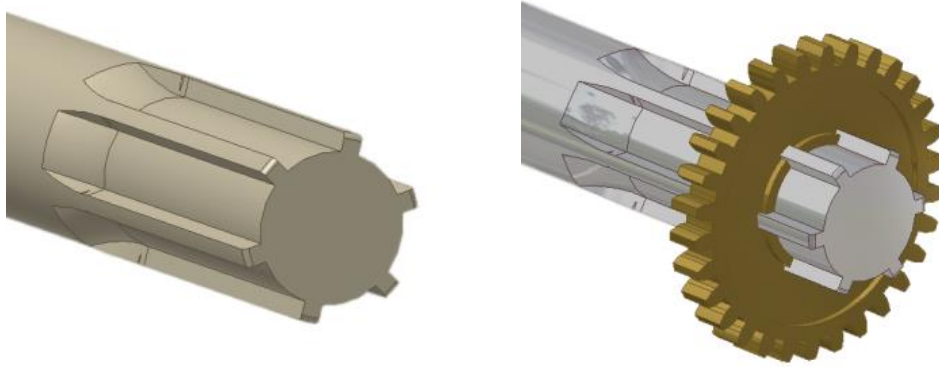
4.2.3 Dung sai lắp ghép then hoa

4.2.3.1 Khái niệm về mối ghép

Trong thực tế khi cần truyền mô men xoắn lớn và yêu cầu độ chính xác định tâm cao giữa trục và bạc thì mối ghép then không đáp ứng được mà ta phải sử dụng mối ghép then hoa.

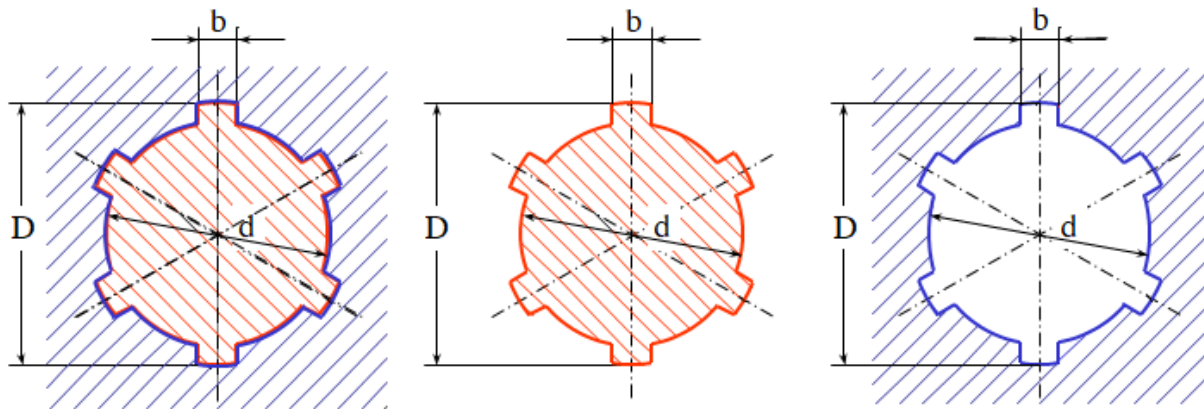
Mối ghép then hoa có nhiều loại: then hoa dạng răng chữ nhật, răng hình thang, răng tam giác, răng thân khai. Nhưng phổ biến nhất là then hoa dạng răng chữ nhật.

- Then hoa là hình ảnh của nhiều then thường liền một khối với trục và phân bố đều trên mặt trụ.
- Truyền được công suất lớn hơn so với mối ghép then thường cùng kích thước.
- Có độ bền cao, chịu va đập và tải trọng động tốt hơn.



Hình 4.10. Mối ghép then hoa

- Các kích thước cơ bản của mối ghép then hoa gồm:
 - + Đường kính ngoài D của lỗ và trục then hoa;
 - + Đường kính trong d của lỗ và trục then hoa;
 - + Bề rộng b của lỗ và trục then hoa.



Hình 4.11. Các kích thước cơ bản của mối ghép then hoa

4.2.3.2 Dung sai kích thước

Lắp ghép then hoa chỉ thực hiện theo 2 trong 3 yếu tố kích thước d , D và b .

- Khi thực hiện đồng tâm theo D thì lắp ghép theo D và b .
- Khi thực hiện đồng tâm theo d thì lắp ghép theo d và b .
- Khi thực hiện đồng tâm theo b thì lắp ghép chỉ theo b .

Theo TCVN 2324-78 quy định dãy miền dung sai của các kích thước lắp ghép như trong bảng 4.2 và 4.3. Sai lệch giới hạn ứng với các miền dung sai tra theo TCVN 2245-99. Những miền dung sai có chữ đậm là những miền dung sai sử dụng ưu tiên.

Bảng 4.2. Miền dung sai của 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 4.3. Miền dung sai của các kích thước lỗ then hoa răng chữ nhật TCVN 2324-78

Cấp chính xác	Sai lệch cơ bản					
	D	E	F	G	H	Js
6					H6	
7					H7	
8			F8	G8	H8	
9	D9					
10	D10		F10			Js10

Tùy theo phương pháp thực hiện đồng tâm hai chi tiết then hoa mà ta chọn các miền dung sai cho các kích thước lắp ghép. Sự phối hợp các miền dung sai kích thước lỗ và trục then hoa có thể tạo thành một dãy các kiểu lắp thỏa mãn chức năng sử dụng của mối ghép then hoa.

4.2.3.3 Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mỗi ghép

Trong thực tế khi thiết kế, chế tạo người ta thường sử dụng một số kiểu lắp ưu tiên cho mỗi ghép then hoa như sau:

- Trường hợp bạc then hoa cố định trên trục thì:

+ Khi thực hiện đồng tâm theo D thì có thể chọn kiểu lắp:

H7/js7 đối với lắp ghép theo kích thước D.

F8/j_s7 đối với lắp ghép theo kích thước b.

+ Khi thực hiện đồng tâm theo d thì có thể chọn kiểu lắp:

H7/g6 đối với lắp ghép theo kích thước d.

D9/j_s7 đối với lắp ghép theo kích thước b.

- Trường hợp bạc then hoa dịch chuyển dọc trục thì:

+ Khi thực hiện đồng tâm theo D ta chọn kiểu lắp:

H7/f7 đối với lắp ghép theo kích thước D.

F8/f7 đối với lắp ghép theo kích thước b.

+ Khi thực hiện đồng tâm theo d ta chọn kiểu lắp:

H7/f7 đối với lắp ghép theo kích thước d.

F10/f9 đối với lắp ghép theo kích thước b.

Cần nhớ rằng trong trường hợp cần thiết nếu như các kiểu lắp trên không đủ đáp ứng các điều kiện cụ thể của mối ghép thì cho phép lựa chọn kiểu lắp tiêu chuẩn khác (xem TCVN 2324-78).

4.2.3.4 Ghi ký hiệu lắp ghép then hoa trên bản vẽ

Ký hiệu gồm có:

- Chữ cái (d, D, b): biểu thị cho bề mặt định tâm.
- Số răng Z của then hoa, giá trị đường kính trong d, giá trị đường kính ngoài D và bề rộng b theo thứ tự đó.
- Ký hiệu miền dung sai hoặc lắp ghép của yếu tố kích thước nào được ghi ngay sau giá trị kích thước của yếu tố đó.

Ghi chú: Cho phép không chỉ dẫn dung sai hoặc kiểu lắp của đường kính không định tâm trong ký hiệu.

- Ghi trên bản vẽ lắp:

+ Định tâm theo đường kính ngoài: D - 8x36 $\frac{H_{12}}{a_{11}}$ x40 $\frac{H_7}{g_6}$ x7 $\frac{G_7}{h_9}$

+ Định tâm theo đường kính trong: d - 8x36 $\frac{H_7}{g_6}$ x40 $\frac{H_{12}}{a_{11}}$ x7 $\frac{G_7}{h_9}$

- Ghi trên bản vẽ chi tiết:

+ Trục then hoa: D - 8 x 36 H₁₂ x 40 H₇ x 7 G₇

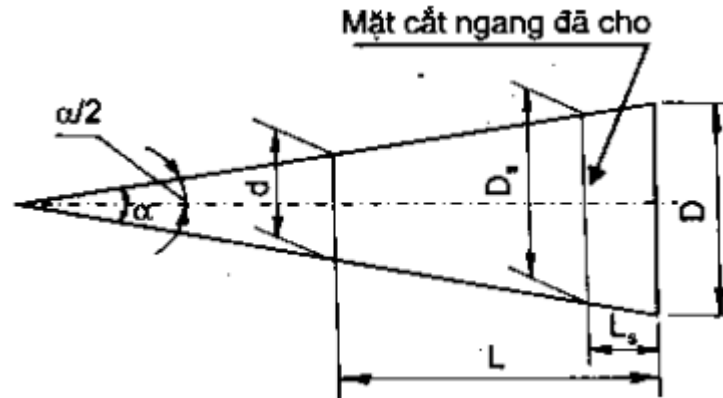
+ Lỗ then hoa: D - 8 x 36 a₁₁ x 40 g₆ x 7 h₉

4.2.4 Dung sai lắp ghép côn tròn

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

4.2.4.1 Góc côn và độ côn

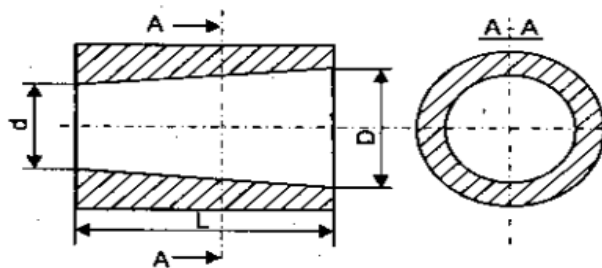
Góc côn α là góc giữa hai đường sinh trong mặt cắt dọc trục của côn, hình 4.12.



Hình 4.12. Sơ đồ biểu diễn góc côn

Độ côn, C: là tỉ số giữa hiệu đường kính 2 mặt cắt ngang với khoảng cách giữa chúng là L. Đối với côn cụt, hình 4.13, thì độ côn là tỉ số của hiệu đường kính đáy lớn và đáy nhỏ với chiều dài côn:

$$C = \frac{D-d}{L} = 2\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}$$



Hình 4.13. Sơ đồ biểu diễn độ côn

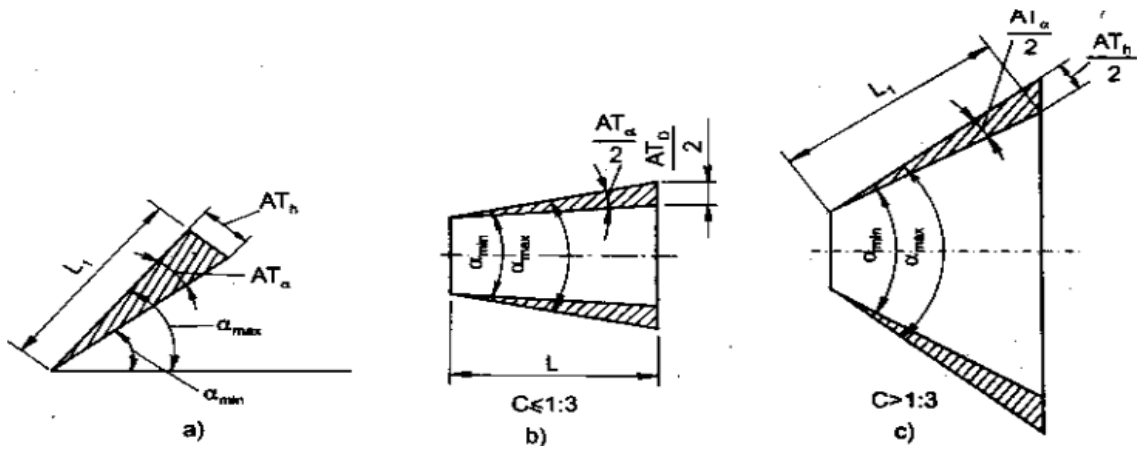
4.2.4.2 Dung sai kích thước góc

Lắp ghép côn thực hiện theo kích thước góc, vì vậy dung sai kích thước côn cũng chính là dung sai kích thước góc. Dung sai kích thước góc được kí hiệu là AT (Angle Tolerance).

Trị số dung sai được tính bằng hiệu số của góc giới hạn lớn nhất và góc giới hạn nhỏ nhất:

$$AT = \alpha_{\max} - \alpha_{\min}$$

Dung sai góc có thể biểu thị bằng đơn vị góc (radian hoặc độ, phút, giây góc) hoặc bằng đơn vị dài, micrômét (μm). Tùy theo đơn vị biểu thị ta có các kí hiệu sau, hình 4.14.



Hình 4.14. Sơ đồ biểu diễn dung sai kích thước góc

AT_α - Dung sai góc tính theo đơn vị góc, hình 4.14a

AT'_α - Trị số quy tròn của dung sai góc tính theo độ, phút, giây góc

AT_h - Dung sai góc được biểu diễn bằng đoạn vuông góc với một cạnh của góc tại vị trí cách đỉnh một khoảng L_1 và nằm đối diện với góc dung sai AT_α

$$AT_h = AT_\alpha \cdot L_1 \cdot 10^{-3}$$

với AT_h - μm , AT_α - μrad , L_1 - mm

AT_D , Dung sai góc còn được biểu diễn bằng dung sai hiệu đường kính của 2 mặt cắt ngang của côn và cách nhau một khoảng L đã cho.

+ Khi góc côn ứng với độ côn $C \leq 1:3$ (hình 4.14b) thì $AT_D = AT_h$

+ Khi góc côn ứng với độ côn $C > 1:3$ (hình 4.14c) thì $AT_p = AT_h / \cos \frac{\alpha}{2}$

với α là góc côn danh nghĩa.

4.2.4.3 Cấp chính xác

Tương tự như kích thước dài, dung sai kích thước góc được quy định tùy thuộc cấp chính xác chế tạo kích thước góc. Tiêu chuẩn TCVN 260-86 quy định 17 cấp chính xác chế tạo kích thước góc, kí hiệu là IT1, IT2, ..., IT17, Độ chính xác giảm dần từ IT1 đến IT17.

Trong chế tạo cơ khí, cấp chính xác từ IT7 ÷ IT12 được sử dụng phổ biến. Cấp IT7 và IT8 được sử dụng khi chế tạo các chi tiết côn độ chính xác cao, yêu cầu định tâm tốt như đầu định tâm của trục lắp với bánh răng, lỗ côn trong bánh răng độ chính xác cao, chuỗi côn của

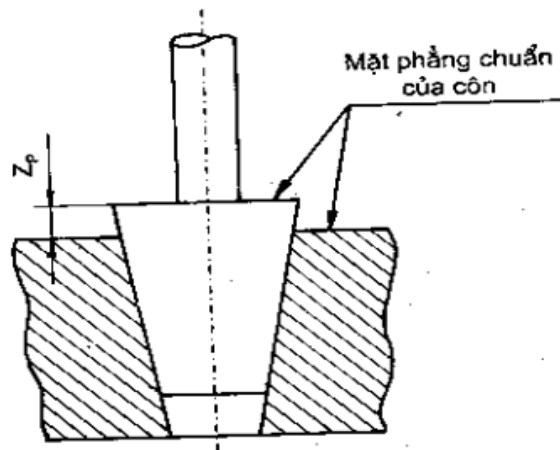
dụng cụ cắt, ... Cấp chính xác IT9 ÷ IT12, sử dụng đối với những chi tiết côn độ chính xác bình thường, ví dụ như côn của khớp nối ma sát, mũi tâm và lỗ tâm, sống trượt góc, rãnh góc trong các bàn trượt,...

Trị số dung sai góc tương ứng với các cấp chính xác và các khoảng chiều dài danh nghĩa L khác nhau. Tra trong các bảng tiêu chuẩn TCVN 260-86.

4.2.4.4 Lắp ghép côn trơn

Lắp ghép côn trơn cũng có đặc tính tương tự như lắp ghép trụ trơn: lắp có độ dôi (lắp cố định), lắp có độ hở (lắp động) và lắp ghép khít.

Độ hở và độ dôi của lắp ghép tùy thuộc vào vị trí hướng trục của các chi tiết lắp ghép. Vị trí hướng trục của chúng được xác định so với mặt phẳng chuẩn đã chọn, hình 4.15.



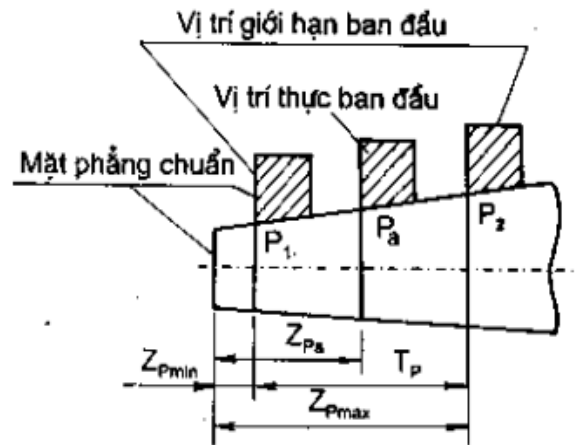
Hình 4.15. Lắp ghép côn trơn

Mặt phẳng chuẩn của côn được chọn là mặt phẳng vuông góc với đường tâm côn. Khi đã chọn mặt phẳng chuẩn thì vị trí hướng trục của hai côn lắp ghép với nhau được xác định bằng khoảng cách chuẩn, Z_p .

Khoảng cách chuẩn Z_p , hình 4.15, là khoảng cách giữa hai mặt chuẩn của côn lắp ghép đo theo hướng trục của côn. Tương ứng với các kích thước giới hạn của góc côn ta cũng có khoảng cách chuẩn giới hạn: Z_{pmax} , Z_{pmin} và dung sai khoảng cách chuẩn T_p , được tính như sau:

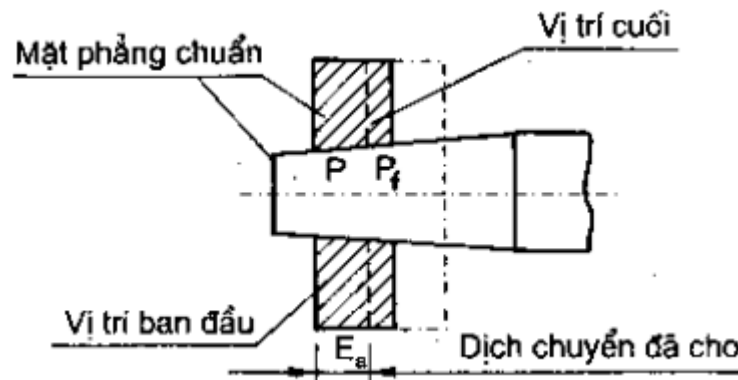
$$T_p = Z_{pmax} - Z_{pmin}$$

Z_{pmax} , Z_{pmin} : là khoảng cách chuẩn giới hạn ở vị trí ban đầu của côn lắp ghép, hình 4.16.



Hình 4.16. Khoảng cách chuẩn giới hạn của côn lắp ghép

Khi thực hiện lắp ghép thì tùy theo đặc tính lắp ghép (độ dôi hoặc độ hở) mà vị trí của côn lắp ghép dịch chuyển tương đối với nhau một lượng E_a , hình 4.17. Vị trí sau khi lắp là vị trí cuối của côn, p_f .



Hình 4.17. Vị trí của côn lắp ghép

Khi yêu cầu dung sai khoảng cách chuẩn ta có thể tính được dung sai góc của côn lắp ghép. Hoặc ngược lại với dung sai góc đã cho của côn lắp ghép ta cũng có thể tính ra dung sai khoảng cách chuẩn. Trong chế tạo người ta thường kiểm tra côn thông qua kiểm tra khoảng cách chuẩn.

4.2.5 Mối ghép ren

Mối ghép ren được sử dụng phổ biến trong các thiết bị dụng cụ để nối ghép các chi tiết với nhau, để kẹp chặt chi tiết (đai ốc lắp vào bu lông), để truyền chuyển động và truyền lực (vít me đai ốc trong máy công cụ, vít đai ốc trong ê tô, kích). Tùy theo dạng ren mà người ta phân ra: mối ghép ren dạng răng tam giác, hình thang, chữ nhật.

Theo chức năng mỗi ghép ta phân ra: ren kẹp chặt hệ mét và hệ Anh, ren truyền động. Trong phạm vi môn học này ta chỉ xét hai loại phổ biến là: ren kẹp chặt hệ mét và ren truyền động dạng răng hình thang (ren hình thang).

4.2.5.1 Dung sai lắp ghép ren hệ mét

Các yếu tố kích thước cơ bản của ren được trình bày theo TCVN 2248-77. Trên hình 4.18 là mặt cắt dọc theo trục ren để thể hiện profile ren của mỗi ghép. Chi tiết bao là đai ốc, chi tiết bị bao là bu lông (vít). Ren đai ốc còn gọi là ren trong, ren bu lông hoặc vít gọi là ren ngoài.

Các thông số kích thước cơ bản của ren là: đường kính ren: đường kính ngoài (d, D), đường kính trong (d_1, D_1) và đường kính trung bình (d_2, D_2); bước ren p và góc profile ren α .

Dung sai kích thước ren: khác với lắp ghép trụ trơn, ảnh hưởng đến tính lắp lẫn của ren không chỉ có kích thước đường kính mà còn cả bước ren (p) và góc profile ren (α). Nhưng khi phân tích ảnh hưởng sai số, bước ren và góc profile ren, người ta đã quy lượng ảnh hưởng của chúng về phương của đường kính trung bình gọi là:

+ Lượng bù hướng kính của đường kính trung bình cho sai số bước ren, f_p . Trị số của nó được tính theo công thức:

$$f_p = 1,732 \cdot \Delta P_n \quad (4.1)$$

ΔP_n là sai số tích lũy n bước ren.

+ Lượng bù hướng kính của đường kính trung bình cho sai số góc profile ren, f_α . Trị số f_α được tính theo công thức:

$$f_\alpha = 0,36 \cdot P \cdot \Delta \frac{\alpha}{2} \quad \mu m \quad (4.2)$$

với P tính theo mm, và $\Delta \frac{\alpha}{2} = \frac{|\Delta \frac{\alpha}{2} \text{phải}| + |\Delta \frac{\alpha}{2} \text{trái}|}{2}$ (phút góc)

Đường kính trung bình có tính đến ảnh hưởng của sai số bước và góc profile ren được gọi là “đường kính trung bình biểu kiến”, (d'_2, D'_2). Trị số của chúng được tính theo công thức sau:

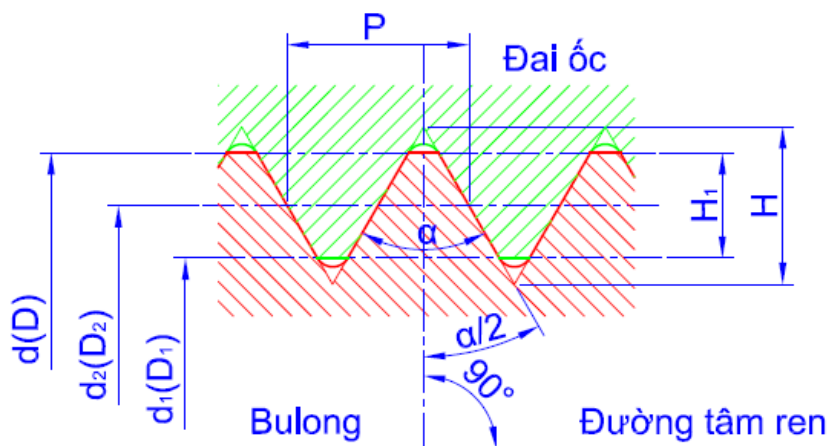
$$d'_2 = d_{2th} + f_p + f_\alpha, \text{ đối với ren vít} \quad (4.3)$$

$$D'_2 = D_{2th} - (f_p + f_\alpha), \text{ đối với ren đai ốc} \quad (4.4)$$

Như vậy để đảm bảo tính đôi lẫn của ren, tiêu chuẩn chỉ quy định dung sai kích thước đường kính ren: d_2, d_1 đối với ren vít và D_2, D_1 đối với ren đai ốc.

- Cấp chính xác chế tạo ren: Dung sai kích thước ren được quy định tùy thuộc vào cấp chính xác chế tạo ren. TCVN 1917-93 quy định các cấp chính xác chế tạo ren hệ mét lắp có độ hở, bảng 4.4.

- Lắp ghép ren: lắp ghép ren cũng có đặc tính là: lắp có độ hở, lắp có độ dôi và lắp trung gian. Trong chương này ta chỉ giới thiệu lắp ghép ren có độ hở.



Hình 4.18. Mặt cắt dọc theo trục 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 ren ngoài

D_2 : Đường kính trung bình của ren trong

d_1 : Đường kính trong của ren ngoài

D_1 : Đường kính trong của ren trong

P: Bước ren

α : Góc prôfin ren ($\alpha = 60^\circ$ với ren hệ mét,

$\alpha = 55^\circ$ với ren hệ Anh)

H: Chiều cao của prôfin gốc

H_1 : Chiều cao làm việc của prôfin ren

S: Chiều dài vắn ren nhóm ngắn

N: Chiều dài vắn ren nhóm bình thường

L: Chiều dài vắn ren nhóm dài.

Bảng 4.4. Cấp chính xác kích thước ren

Dạng ren	Đường kính của ren	Cấp chính xác
Ren ngoài	d	4; 6; 8
	d_2	3; 4; 5; 6; 7; 8; 9
Ren trong	D_2	4; 5; 6; 7; 8
	D_1	4; 5; 6; 7; 8

Bảng 4.5. Miền dung sai kích thước ren (lắp ghép có độ hở)

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

1. Chữ đậm: Miền dung sai được ưu tiên sử dụng

2. Miền dung sai hạn chế sử dụng

3. Khi chiều dài vắn ren thuộc nhóm ngắn (S) và nhóm dài (L) thì cho phép sử dụng miền dung sai được quy định cho chiều dài vắn ren thuộc nhóm bình thường (N).

Trị số dung sai đường kính ren ứng với các cấp chính xác khác nhau tra theo bảng TCVN 1917-93.

Miền dung sai của các kích thước ren được chỉ ra trong bảng 4.5 (TCVN 1917-93). Khác với lắp ghép trụ trơn, miền dung sai kích thước ren được kí hiệu, ví dụ: 6H nghĩa là cấp chính xác ren là 6 (đặt trước sai lệch cơ bản), sai lệch cơ bản đường kính ren đai ốc là H; hoặc 6e: cấp chính xác ren là 6 sai lệch cơ bản đường kính ren vít là e. Khi miền dung sai đường kính d_2 và d hoặc D_2 và D_1 khác nhau thì kí hiệu như sau, ví dụ: 4H5H nghĩa là miền dung sai đường kính D_2 là 4H, miền dung sai đường kính D_1 là 5H. Hoặc 7g6g miền dung sai đường kính d_2 là 7g, miền dung sai đường kính d là 6g.

Trị số sai lệch giới hạn kích thước ứng với các miền dung sai tra trong bảng, phụ lục 3.

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

+ Ký hiệu ren gồm các yếu tố ghi theo thứ tự sau:

➤ Dạng profin ren:

✓ Ren tam giác hệ mét: ký hiệu bằng chữ **M**

- ✓ Ren hình thang: ký hiệu bằng chữ **Tr**
- ✓ Ren tròn: ký hiệu bằng chữ **Rd**
- ✓ Ren vuông: ký hiệu bằng chữ **S (Sq)**
- ✓ Ren Withword: ký hiệu bằng chữ **W**
- ✓ Ren côn: ký hiệu bằng chữ **MK**

- Kích thước danh nghĩa của ren
- Bước ren: bước lớn thì không cần ghi; ren nhiều đầu mối, phải ghi trị số bước xoắn và đề trong ngoặc đơn chữ “P” cùng với trị số bước ren. Ví dụ: M24x3(P1).
- Chiều xoắn của ren: với ren trái, ghi thêm ký hiệu chữ “LH”. Ren phải không cần ghi.
- Ký hiệu miền dung sai

+ Trên bản vẽ lắp, ký hiệu lắp ghép được ghi dưới dạng phân số, tử số ký hiệu đối với ren trong, mẫu số ký hiệu đối với ren ngoài.

Ví dụ: M12x1-7H/7g6g. Ký hiệu lần lượt là: Ren hệ mét đường kính $d = 12$ mm, bước ren $p = 1$ mm.

Miền dung sai đường kính trung bình D_2 và đường kính trong D_1 đều là 7H.

Miền dung sai đường kính trung bình d_2 là 7g, đường kính ngoài d là 6g.

+ Trên bản vẽ chi tiết: Từ ký hiệu lắp ghép trên ta có thể ghi ký hiệu trên bản vẽ chi tiết như sau: M12x1-7H, đối với ren đai ốc.

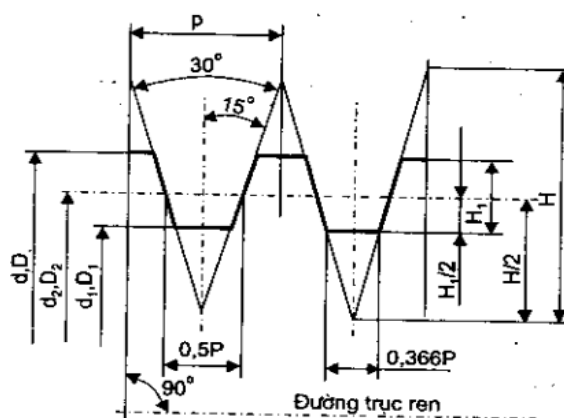
M12x1-7g6g, đối với ren vít.

4.2.5.2 Dung sai lắp ghép ren hình thang

Mối ghép ren hình thang được sử dụng để truyền chuyển động tịnh tiến, ví dụ: vít me, vít bàn xe dao trong máy tiện, vít nâng của máy và máy ép. Ren hình thang có hai loại: ren hình thang một đầu mối và ren hình thang nhiều đầu mối.

- Các thông số kích thước cơ bản của ren:

Profin ren và các thông số kích thước cơ bản của ren vít và đai ốc được quy định theo TCVN 2254-77 và được chỉ dẫn trên hình 4.19.



Hình 4.19. Các thông số kích thước cơ bản của ren vít và đai ốc

- Dung sai lắp ghép ren.

Sai lệch cơ bản và cấp chính xác chế tạo ren được quy định theo TCVN 4683-89 và TCVN 2255-77 và chỉ dẫn trong bảng 4.6.

Bảng 4.6. Sai lệch cơ bản và cấp chính xác kích thước ren hình thang

Dạng ren	Đường kính	Sai lệch cơ bản (es, EI)	Cấp chính xác
Vít	ngoài, d	h	4
	trung bình, d_2	c, e, g	7; 8; 9; 10
	trong, d_1	h	7; 8; 9; 10
Đai ốc	ngoài, D	H	-
	trung bình, D_2	H	7; 8; 9
	trong, D_1	H	4

Đường kính trong d_1 của ren vít phải ở cùng cấp chính xác với đường kính trung bình d_2 của nó. Miền dung sai kích thước ren cũng được quy định theo tiêu chuẩn và chỉ dẫn trong bảng 4.7 và 4.8.

Bảng 4.7. Miền dung sai kích thước ren (ren hình thang một đầu mối)

Loại chính xác	Vít		Đai ốc	
	Chiều dài vắn ren			
	N	L	N	L
	Miền dung sai			
Chính xác	7e, 7g	8e	7H	8H
Trung bình	8c, 8e	9c	8H	9H
Thô	9c	10c	9H	9H
Miền dung sai in đậm được ưu tiên sử dụng				

Bảng 4.8. Miền dung sai kích thước ren (ren hình thang nhiều đầu mối)

Loại chính xác	Vít		Đai ốc	
	Chiều dài vắn ren			
	N	L	N	L
	Miền dung sai			
Chính xác	6e, 6g	7e	6H	7H
Trung bình	7e, 7g	8e	7H	8H
Thô	8c, 8e	9c	8H	9H

Việc chọn miền dung sai và kiểu lắp là tùy thuộc chủ yếu vào mức độ chính xác và đặc tính yêu cầu của lắp ghép giống như đối với ren hệ mét. Trị số sai lệch cơ bản và dung sai kích thước ứng với các cấp chính xác khác nhau cho trong các bảng, phụ lục 3.

- Ghi kí hiệu ren trên bản vẽ.

Tương tự như ren hệ mét, sai lệch và dung sai kích thước chi tiết ren được kí hiệu như sau.

Ví dụ:

Tr20x4 - 7H, đối với ren trong (đai ốc)

Tr20x4 - 7e, đối với ren ngoài (vít)

Ở đây, Tr - chỉ ren hình thang, đường kính danh nghĩa $d_N = 20$ mm, bước ren $p = 4$ mm. Miền dung sai ren trong là 7H, miền dung sai ren ngoài là 7e. Nếu là ren trái thì thêm chữ LH sau giá trị bước, ví dụ: Tr20x4 LH - 7e.

Nếu ren nhiều đầu mối thì kí hiệu cả bước vít lẫn bước ren nhưng bước ren đặt trong ngoặc.

Ví dụ: Tr20x4 (P2) - 8e có nghĩa là ren hình thang, đường kính danh nghĩa $d_N = 20$ mm, có bước vít là 4 mm, bước ren là 2 mm, đây là ren hình thang hai đầu mối.

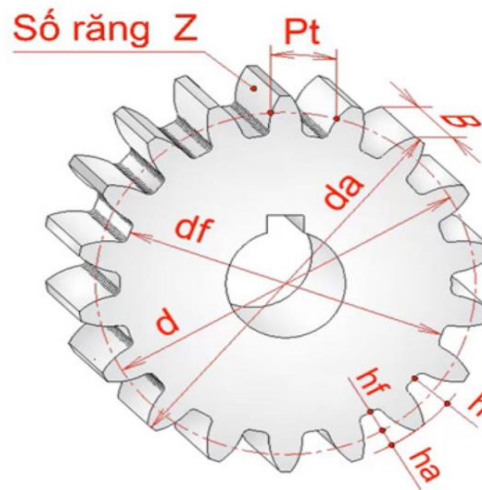
Trên bản vẽ lắp, lắp ghép ren cũng được kí hiệu dưới dạng phân số.

Ví dụ: Tr20x4 - 7H/7e. Từ số kí hiệu miền dung sai ren đai ốc còn mẫu số kí hiệu miền dung sai ren vít.

4.2.6 Dung sai truyền động bánh răng

Truyền động bánh răng được sử dụng rất phổ biến trong các máy và thiết bị cơ khí. Nó thường dùng để truyền chuyển động quay từ trục này sang trục khác với mô men xoắn lớn. Bánh răng trong truyền động có nhiều loại: bánh trụ răng thẳng, bánh trụ răng nghiêng, bánh côn răng thẳng, bánh côn răng cong, ... Về dạng prôfin răng thì có: dạng răng thân khai, dạng răng xicloit, ... Trong phần này ta chỉ xét bánh trụ răng thẳng với prôfin răng dạng thân khai.

4.2.6.1 Các thông số kích thước cơ bản



Hình 4.20. Các thông số kích thước cơ bản

- Các thông số kích thước cơ bản của bánh răng:

- + Mô đun của răng: $m = p_t/\pi$ (m được tiêu chuẩn hóa)
- + Số răng bánh răng: Z
- + Góc ăn khớp của truyền động: α
- + Góc nghiêng của hướng răng: β

- + Bước răng trên vòng cơ bản: P_t
- + Đường kính vòng chia của bánh răng: $d = m.Z$
- + Đường kính vòng chân răng: $d_f = m(Z-2,5)$
- + Đường kính vòng đỉnh răng $d_a = m(Z+2)$
- + Chiều cao đỉnh răng: $h_a = m$
- + Chiều cao chân răng: $h_f = 1,25m$
- + Chiều cao răng: $h = h_a + h_f$
- + Chiều rộng bánh răng: $B = (6 \div 12)m$
- Trị số các mô đun của bánh răng được tiêu chuẩn hoá và quy định theo TCVN 2257-77 như sau:
- + Dãy 1: 0,05; 0,06; 0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,25; 1,5; 2,0; 2,5; 3; 4,5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 60; 80; 100.
- + Dãy 2: 0,055; 0,07; 0,09; 0,11; 0,14; 0,18; 0,22; 0,28; 0,35; 0,45; 0,55; 0,7; 0,9; 1,125; 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7; 9; 11; 14; 18; 22; 28; 36; 45; 55; 70; 90.

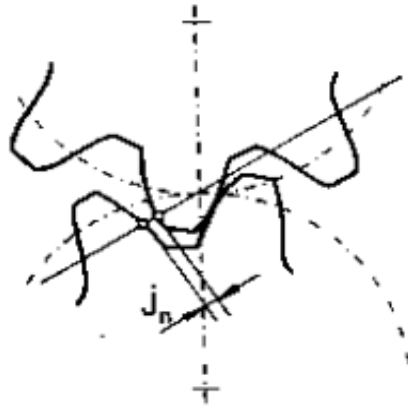
Ưu tiên chọn mô đun theo dãy 1.

4.2.6.2 Các yêu cầu kỹ thuật của truyền động bánh răng

Tùy theo chức năng sử dụng của truyền động mà chúng có các yêu cầu khác nhau:

- Yêu cầu “mức chính xác động học” là yêu cầu sự phối hợp chính xác về góc quay của bánh dẫn và bánh bị dẫn của truyền động. Yêu cầu này đề ra đối với truyền động bánh răng của xích động học chính xác của dụng cụ đo, xích phân độ của máy gia công bánh răng, xích cắt ren của máy tiện ren. Bánh răng trong truyền động này thường có mô đun nhỏ, chiều dài răng không lớn, làm việc với tải trọng và tốc độ nhỏ.
- Yêu cầu “mức làm việc êm” nghĩa là bánh răng phải có tốc độ quay ổn định, không có sự thay đổi tức thời về tốc độ gây va đập và ồn. Yêu cầu này đề ra đối với những truyền động trong hộp tốc độ của động cơ máy bay, ô tô, tua bin. Bánh răng trong truyền động thường có mô đun trung bình, chiều dài răng lớn, tốc độ vòng quay của bánh răng có thể đạt tới $120 \div 150$ m/s, công suất truyền động tới 40.000 kW.
- Yêu cầu về “mức tiếp xúc mặt răng” lớn đặc biệt là tiếp xúc theo chiều dài. Mức tiếp xúc mặt răng đảm bảo độ bền của răng, khi truyền mô men xoắn lớn. Ví dụ truyền động bánh răng trong máy cán thép, trong cần trục, cầu trục. Bánh răng trong truyền động thường có mô đun lớn và chiều dài răng lớn.

- Yêu cầu “độ hở mặt bên” giữa các mặt răng phía không làm việc của cặp răng ăn khớp (mức khe hở cạnh răng), hình 4.21. Bất kì bộ truyền bánh răng nào cũng yêu cầu độ hở mặt bên để tạo điều kiện bôi trơn mặt răng, bồi thường cho sai số giãn nở nhiệt, sai số do hiện tượng kẹt răng.



Hình 4.21. Biểu diễn đại lượng mức khe hở cạnh răng

Như vậy đối với bất kì truyền động bánh răng nào cũng đòi hỏi cả 4 yêu cầu trên, nhưng tùy theo chức năng sử dụng mà yêu cầu nào là chủ yếu đối với bánh răng. Tất nhiên yêu cầu chủ yếu ấy phải ở mức chính xác cao hơn các yêu cầu khác. Ví dụ: truyền động bánh răng trong hộp tốc độ thì yêu cầu chủ yếu là “mức làm việc êm” và nó phải ở cấp chính xác cao hơn yêu cầu “mức chính xác động học” và “mức tiếp xúc mặt răng”.

4.2.6.3 Ghi ký hiệu cấp chính xác và dạng đối tiếp mặt răng

Trên bản vẽ thiết kế, chế tạo bánh răng thì cấp chính xác và dạng đối tiếp được ghi kí hiệu như sau, ví dụ:

7-8-8B. TCVN 1067-84

Từ trái sang phải lần lượt kí hiệu là:

- 7 - Cấp chính xác của mức chính xác động học
- 8 - Cấp chính xác của mức làm việc êm
- 8 - Cấp chính xác của mức tiếp xúc mặt răng
- B - Dạng đối tiếp mặt răng và dung sai độ hở mặt bên tương ứng là b.

4.2.7 Một số ví dụ áp dụng

4.2.7.1 Ví dụ 4.1

Giải thích ý nghĩa các ký hiệu sau:

- M10x1,5 - 6H/6g
- M14x2 LH - 6g
- M30x3(P1) - 4H
- Tr20x2,5 - 6H/6g
- D-6 x 46F₈/f₇ x 52H₇/g₆ x 8D₉/h₉
- d-8 x 36H₇/e₈ x 40H₁₂/a₁₁ x 7D₉/f₈
- Ổ lăn với ký hiệu: 6328
- Ổ lăn với ký hiệu: 7508

Bài giải:

- M10x1,5 - 6H/6g: Đây là ký hiệu mối ghép trục ren tam giác hệ mét, có kích thước danh nghĩa ren d=10mm; bước ren 1,5mm; miền dung sai lắp ren 6H/6g; miền dung sai lỗ ren 6H; cấp chính xác lỗ ren 6; miền dung sai trục ren 6g; cấp chính xác trục ren 6.
- M14x2 LH - 6g: Đây là ký hiệu mối ghép trục ren tam giác hệ mét; có đường kính danh nghĩa là 14mm; bước ren là 2 mm, ren một đầu mối; ren trái có miền dung sai là 6g, cấp chính xác 6.
- M30x3(P1) - 4H: Đây là ký hiệu mối ghép lỗ ren tam giác hệ mét; có đường kính danh nghĩa là 30 mm; bước ren là 1 mm; bước xoắn là 3 mm, ren 3 đầu mối; ren phải có miền dung sai là 4H; cấp chính xác 4.
- Tr20x2,5 - 6H/6g: Đây là ký hiệu mối ghép ren hình thang hệ mét; có kích thước danh nghĩa ren d=20mm; bước ren 2,5mm; miền dung sai lắp ren 6H/6g; miền dung sai lỗ ren 6H; cấp chính xác lỗ ren 6; miền dung sai trục ren 6g; cấp chính xác trục ren 6.
- D-6 x 46F₈/f₇ x 52H₇/g₆ x 8D₉/h₉: Đây là ký hiệu mối ghép then hoa định tâm theo đường kính ngoài D; có Z=6 then; đường kính trong d=46mm; lắp ghép theo miền dung sai F₈/f₇, đường kính ngoài D=52mm; lắp ghép theo miền dung sai H₇/g₆; cạnh bên b=8mm; lắp ghép theo miền dung sai D₉/h₉.
- d-8 x 36H₇/e₈ x 40H₁₂/a₁₁ x 7D₉/f₈: Đây là ký hiệu mối ghép then hoa định tâm theo đường kính trong d; có Z=8 then, đường kính trong d=36mm; lắp ghép theo miền dung sai H₇/e₈, đường kính ngoài D=40mm; lắp ghép theo miền dung sai H₁₂/a₁₁; cạnh bên b=7mm; lắp ghép theo miền dung sai D₉/f₈.
- Ổ lăn với ký hiệu: 6328 cho biết d = 140 mm; cỡ trung bình; ổ bi đỡ chặn

h. Ổ lăn với ký hiệu: 7508 cho biết $d = 40 \text{ mm}$; cỡ nhẹ rộng; loại ổ đĩa côn

4.2.7.2 Ví dụ 4.2

Giải thích ý nghĩa các ký hiệu sau trên bản vẽ:

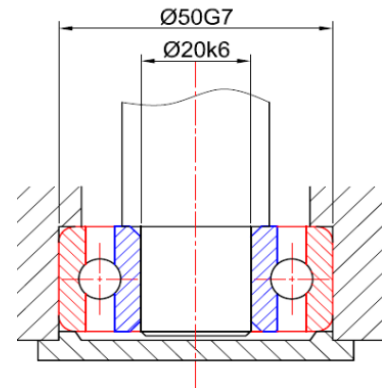
Bài giải:

+ $\Phi 50G7$: $\Phi 50$ là kích thước danh nghĩa vòng ngoài ổ lăn và kích thước lỗ thân hộp.

$G7$ là miền dung sai kích thước lỗ thân hộp với cấp chính xác 7

+ $\Phi 20k6$: $\Phi 20$ là kích thước danh nghĩa vòng trong ổ lăn và kích thước trục.

$k6$ là miền dung sai kích thước trục với cấp chính xác 6



4.2.8 Câu hỏi ôn tập và bài tập

1. Tiêu chuẩn quy định mấy cấp chính xác chế tạo ổ lăn và kí hiệu chúng như thế nào.
2. Có mấy dạng tải trọng tác dụng lên các vòng ổ lăn và đặc tính của từng dạng.
3. Nêu phương pháp chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho lắp ghép ổ lăn với trục và với lỗ thân hộp.
4. Nêu các miền dung sai tiêu chuẩn được quy định đối với kích thước chiều rộng b của then, rãnh trục và rãnh bạc.
5. Từ các miền dung sai tiêu chuẩn hãy chọn một kiểu lắp cho mối ghép then khi bạc cố định trên trục.
6. Lắp ghép then hoa được thực hiện theo mấy yếu tố kích thước, tại sao?
7. Có mấy phương pháp thực hiện đồng tâm hai chi tiết then hoa, tương ứng với các phương pháp đó thì lắp ghép được thực hiện theo yếu tố kích thước nào.
8. Trình bày cách ghi kí hiệu lắp ghép then hoa trên bản vẽ.
9. Có mấy cách biểu thị dung sai kích thước góc.
10. Nêu các tính chất ưu việt của lắp ghép côn trơn.
11. Thế nào là khoảng cách chuẩn và dung sai của nó trong lắp ghép côn trơn.
12. Tiêu chuẩn đã quy định dung sai cho những yếu tố kích thước nào của ren vít và đai ốc trong lắp ghép ren.
13. Thế nào là đường kính trung bình biểu kiến, nêu công thức tính nó đi với ren vít và đai ốc.
14. Nêu các yêu cầu kỹ thuật đề ra đối với truyền động bánh răng? Một truyền động bánh răng bất kì thì cần có những yêu cầu nào?
15. Cho mối ghép ổ lăn làm việc trong điều kiện là: trục đứng yên, thân hộp quay, tải trọng tác dụng lên ổ là tải trọng hướng tâm cố định phương, ổ lăn có số hiệu là 317, cấp chính xác 0.

- a. Chọn miền dung sai kích thước trục và lỗ thân hộp lắp với ổ.
 - b. Xác định trị số sai lệch giới hạn của các kích thước lắp ghép.
16. Cho mỗi ghép then bằng giữa bánh răng với trục để truyền mômen xoắn. Bánh răng (bạc) có định trên trục và cần tháo lắp khi thay thế. Kích thước chiều rộng của then là: $b = 14 \text{ mm}$.
- a. Chọn kiểu lắp cho mỗi ghép then với rãnh trục và rãnh bạc.
 - b. Xác định trị số sai lệch giới hạn của các kích thước tham gia lắp ghép và biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép.
17. Cho mỗi ghép then hoa giữa bánh răng với trục có kích thước danh nghĩa là: $8 \times 42 \times 48$ (zx_{dx}D). Bánh răng cần di trượt dễ dàng trên trục và thực hiện đồng tâm theo bề mặt kích thước D.
- a. Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mỗi ghép rồi ghi kí hiệu trên bản vẽ lắp và bản vẽ chi tiết.
 - b. Tra sai lệch giới hạn của các kích thước lắp ghép và biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép.
18. Cho lắp ghép ren M20x2-6H/6e
- a. Giải thích kí hiệu lắp ghép.
 - b. Tra sai lệch giới hạn và dung sai kích thước ren.
19. Cho lắp ghép ren hình thang Tr20x8 (P4) - 8H/8e
- a. Giải thích kí hiệu ren đã cho.
 - b. Tra trị số sai lệch cơ bản và dung sai kích thước ren vít và đai ốc.
 - c. Tính sai lệch giới hạn kích thước ren vít và đai ốc.

PHẦN 2. KỸ THUẬT ĐO

BÀI 1. SỬ DỤNG THƯỚC CẶP

1.1 Mục tiêu:

1.1.1 Kiến thức:

- Trình bày được cấu tạo và công dụng của thước cặp;
- Trình bày được cách sử dụng và cách đo thước cặp.

1.1.2 Kỹ năng:

- Sử dụng được thước cặp để đo và kiểm tra các chi tiết.

1.2 Nội dung chính:

1.2.1 Công dụng và cấu tạo của thước cặp

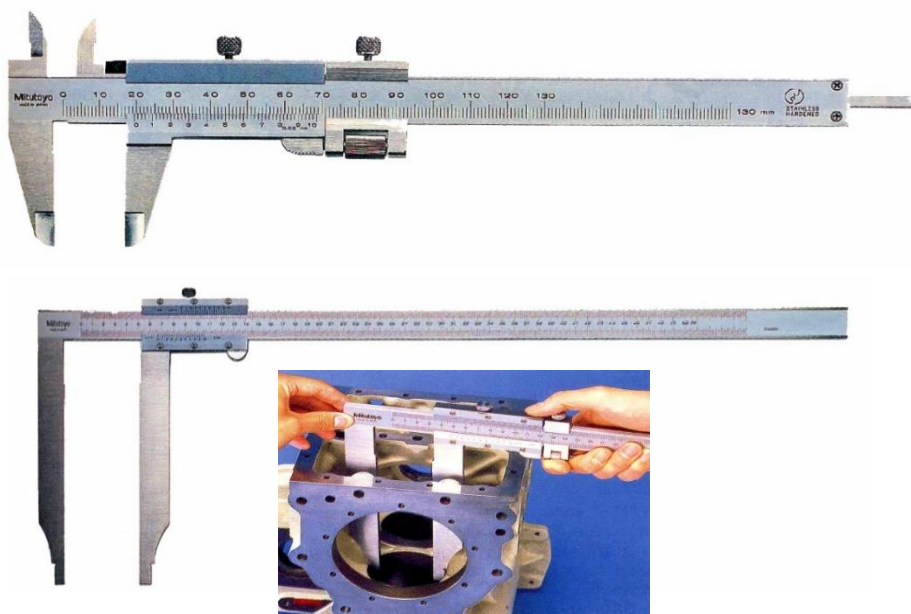
1.2.1.1 Công dụng

Dụng cụ đo kiểu thước cặp gồm các loại thước cặp thông thường để đo trong, đo ngoài, đo chiều sâu và thước cặp đo chiều cao để đo kích thước chiều cao của chi tiết, để vạch dấu.

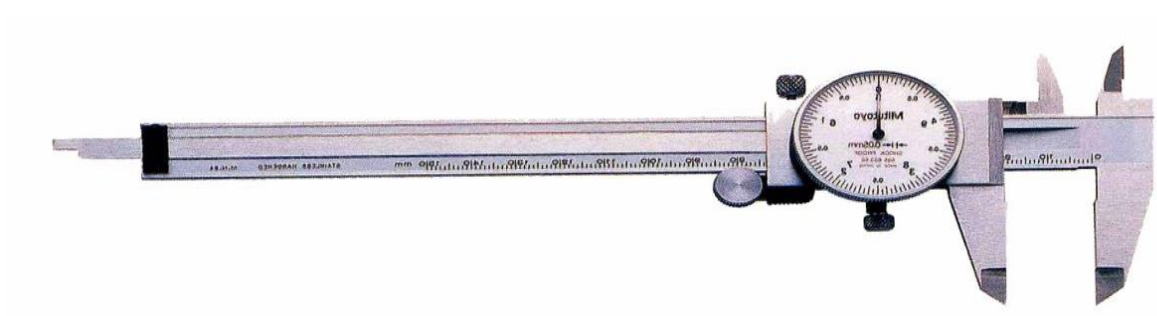
Có nhiều loại thước cặp với độ chính xác khác nhau:

- Thước cặp 1/10 đo chính xác 0,1 mm
- Thước cặp 1/20 đo chính xác 0,05mm
- Thước cặp 1/50 đo chính xác 0,02mm
- Thước cặp có đồng hồ và thước cặp hiện số kiểu điện tử có độ chính xác 0,01mm.

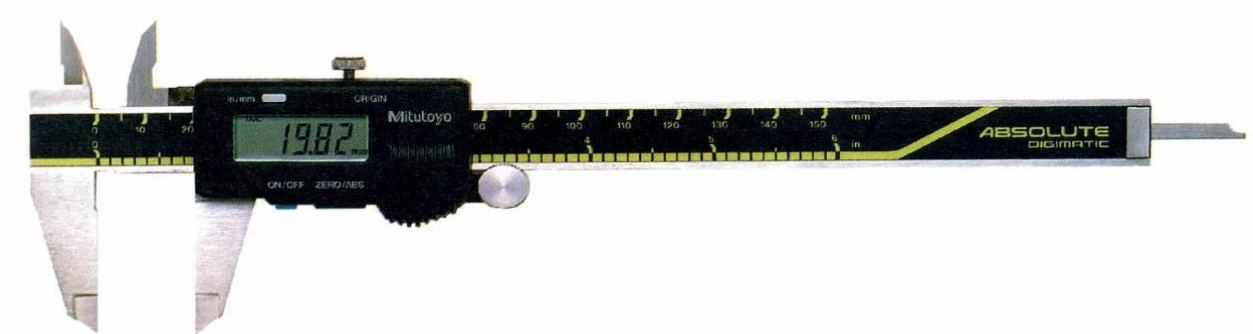
Các dạng thước cặp thông dụng:



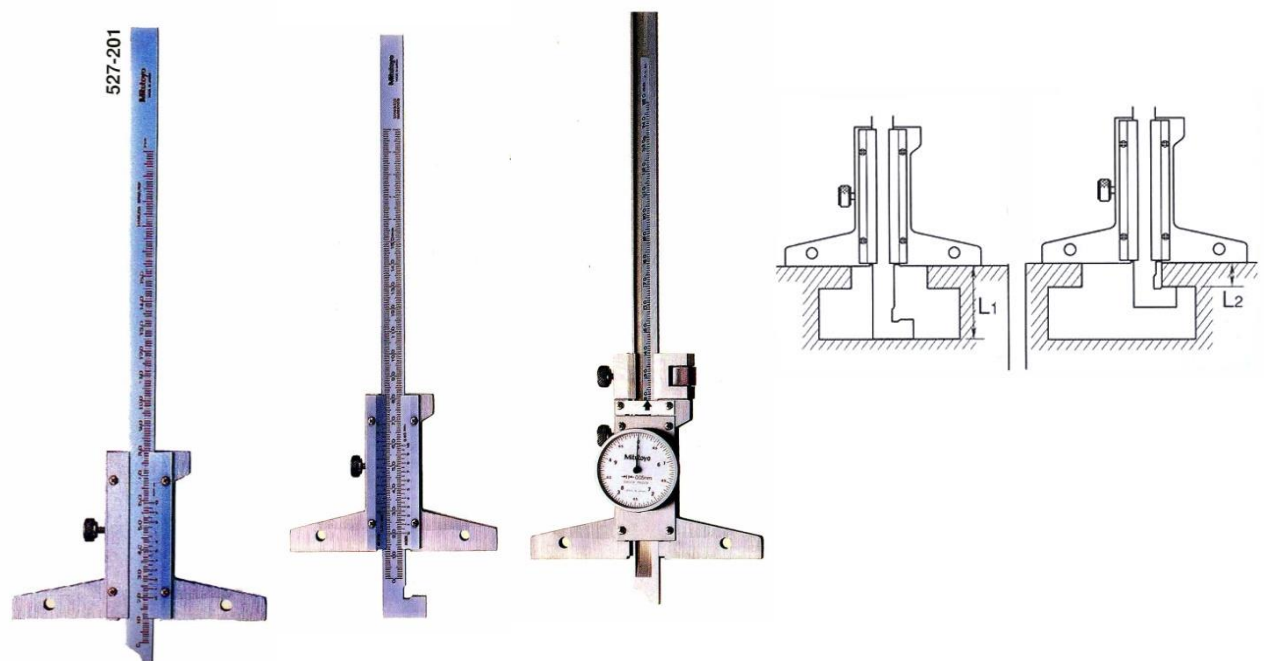
Hình 5.1. Thước cặp cơ



Hình 5.2. Thước cặp đồng hồ

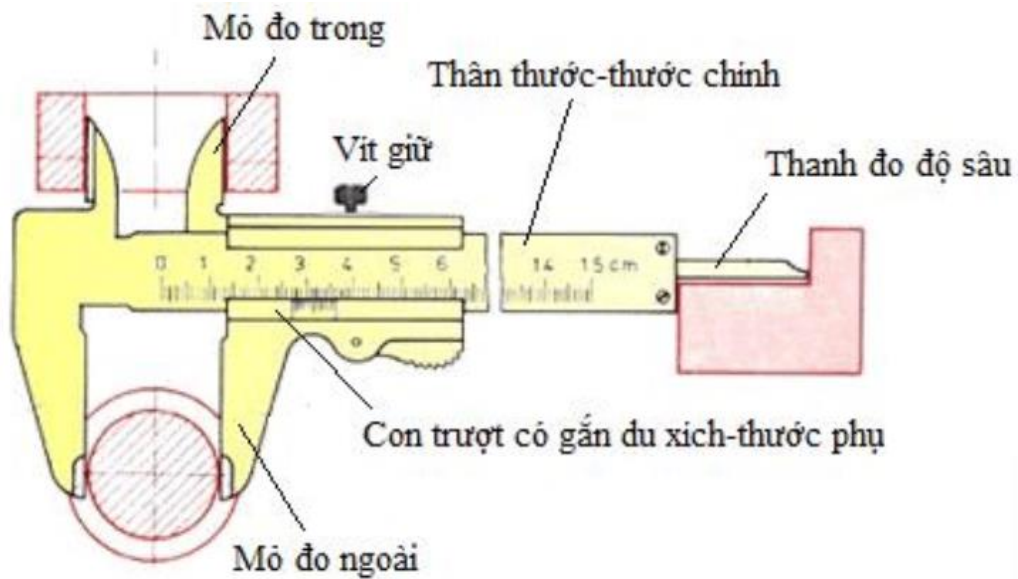


Hình 5.3. Thước cặp điện tử

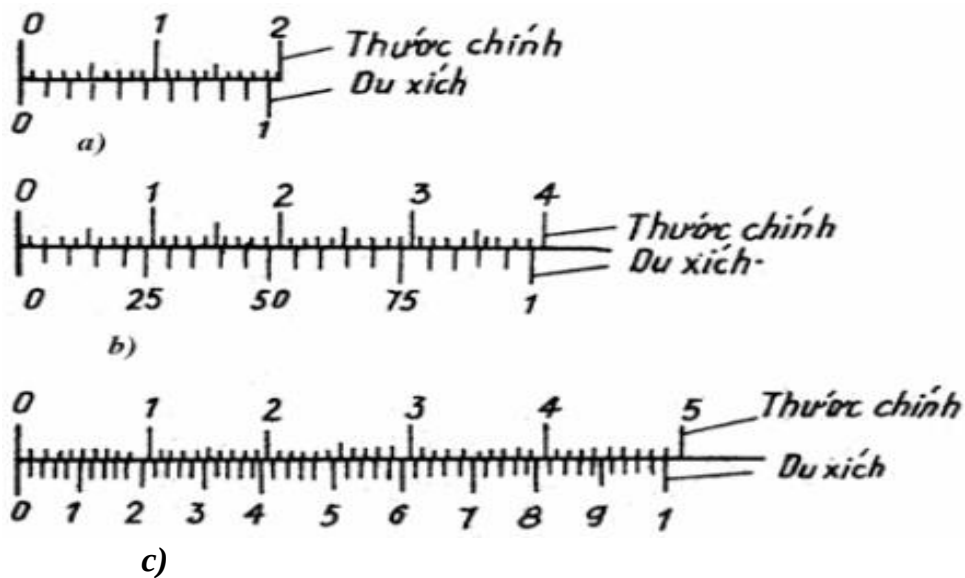


Hình 5.4. Hình dạng ngoài của thước cặp

1.2.1.2 Cấu tạo



Hình 5.5. Cấu tạo thước cặp

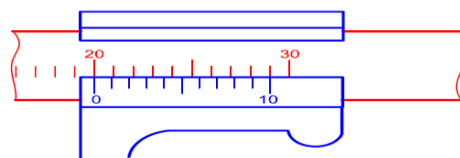


Hình 5.6. Du xích của thước cặp

a) Thước 1/10; b) Thước 1/20; c) Thước 1/50.

- Gọi a và a' là khoảng cách giữa hai vạch trên thước chính và trên thước phụ.
- Gọi c và c' là giá trị giữa hai vạch trên thước chính và trên thước phụ.
- Gọi γ là mô đun của thước, đặc trưng cho mức độ phóng đại trên thước phụ (thường $\gamma = 1, 2$)

$$a' = c \cdot \gamma - c'$$



1.2.2 Cách sử dụng và cách đo

1.2.2.1 Cách sử dụng

a. Lưu ý khi sử dụng

- Trước khi tiến hành đo, cần kiểm tra độ chính xác của thước bằng cách kéo du xích về vị trí 0 ban đầu;
- Chi tiết đo phải sạch sẽ (không có bụi bẩn và bavaria);
- Nếu lấy thước ra khỏi vị trí đo thì vặn vít hãm để cố định, nhưng hạn chế.

b. Bảo quản

- Thước đo xong phải đặt đúng vị trí ở trong hộp, không đặt thước chồng lên các dụng cụ khác hoặc đặt các dụng cụ khác chồng lên thước;
- Luôn giữ cho thước sạch sẽ không bị bụi bẩn bám vào;
- Sau khi làm việc xong phải lau chùi thước bằng giẻ sạch và bôi dầu.

1.2.2.2 Cách đo

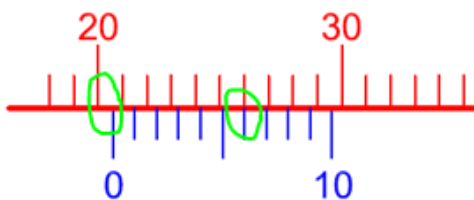
a. Cách đọc kết quả đo trên thước cặp

Khi đo, xem vạch "0" của du xích của du xích ở vị trí nào của thước chính ta đọc được phần nguyên của kích thước trên thước chính.

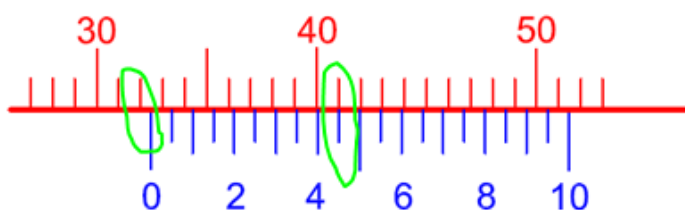
Xem vạch nào của du xích trùng với vạch của thước chính ta được phần lẻ của kích thước theo vạch đó của du xích (tại vị trí trùng nhau)

Kết quả đo L được xác định theo biểu thức sau: $L = m + i.c'$

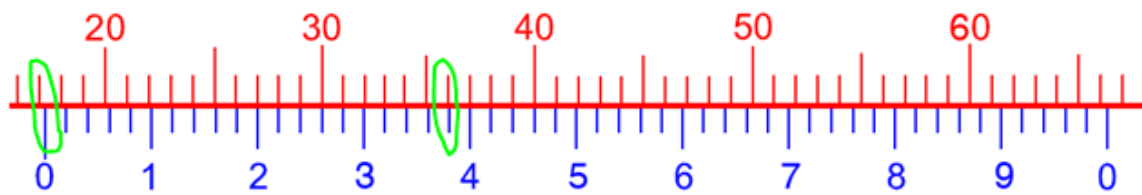
- m : Là số vạch trên thước chính ở bên trái vạch 0 của thước phụ;
- i : Là vạch thứ i trên thước phụ trùng với một vạch bất kỳ trên thước chính;
- c' : Là độ chính xác của thước.



$$L = m + i.c' = 20 + (6 \times 0,1) = 20,6 \text{ mm}$$

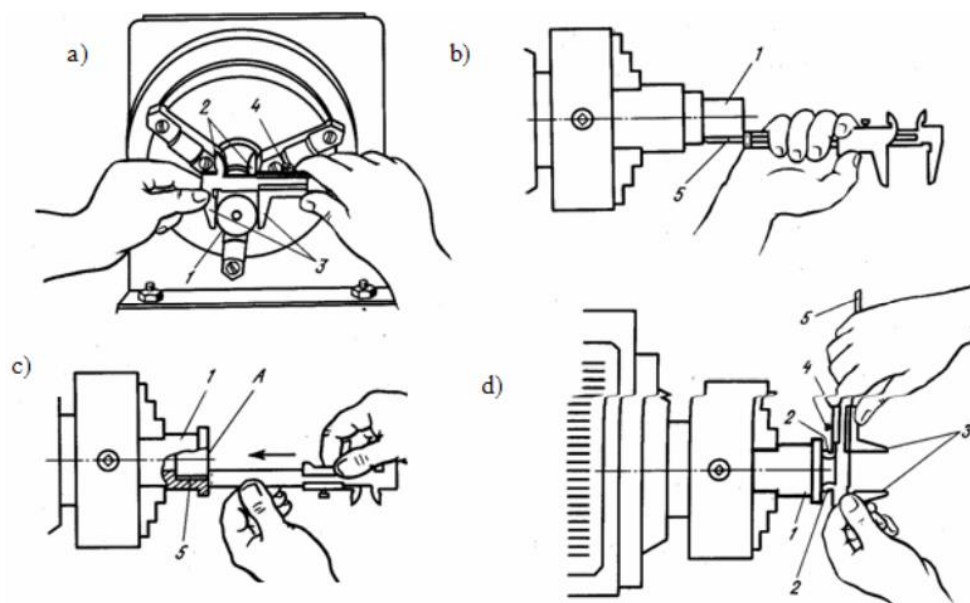


$$L = m + i.c' = 32 + (9 \times 0,05) = 32,45 \text{ mm}$$



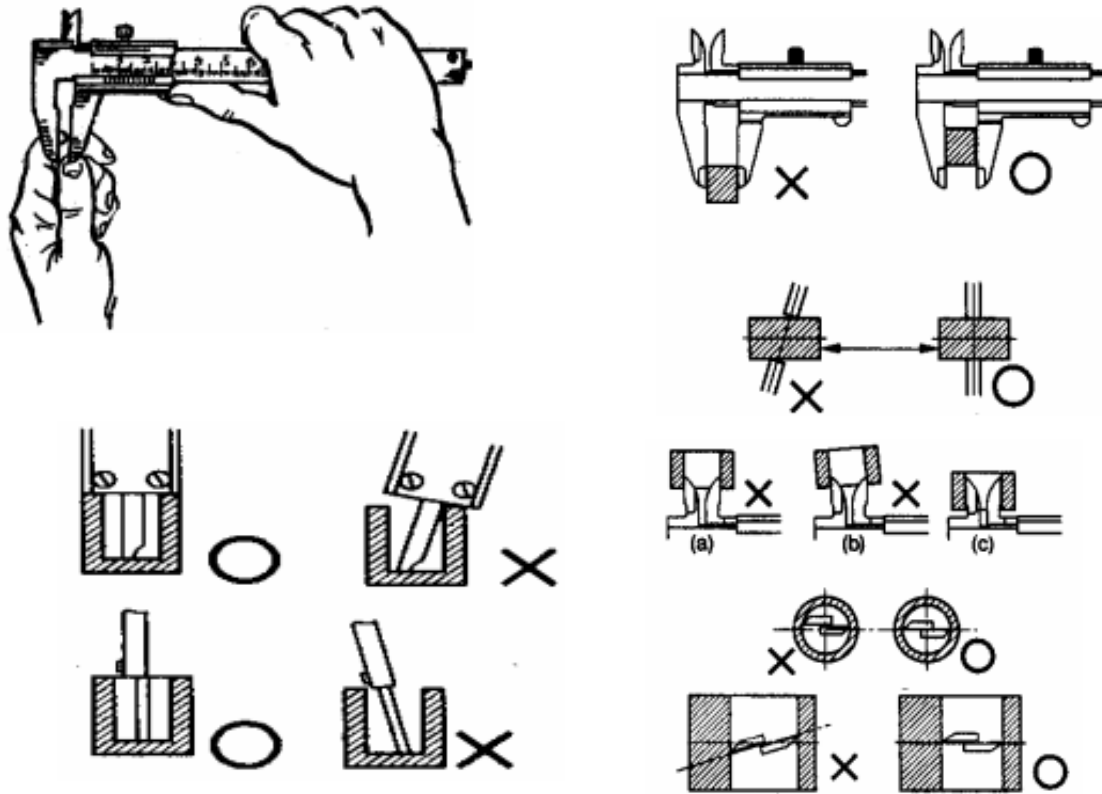
$$L = m + i.c' = 17 + (19 \times 0,02) = 17,38 \text{ mm}$$

b. Cách đo



Hình 5.7. Sử dụng thước cặp trên máy tiện

a) Đo ngoài; b), c) Đo sâu; d) Đo trong



Hình 5.8. Các phương pháp đo bằng thước cặp

1.2.3 Sử dụng thước cặp đo các chi tiết điển hình

1.2.3.1 Chuẩn bị

- Thước cặp;
- Chi tiết đo;
- Giẻ lau;
- Phiếu đo.

1.2.3.2 Thực hiện đo và vẽ các chi tiết điển hình

- Kiểm tra độ chính xác của thước;
- Kiểm tra chi tiết đo;
- Xác định kích thước cần đo;
- Ghi kết quả vào phiếu đo;
- Vẽ các chi tiết đã đo.

1.2.4 Sử dụng thước cặp đo và kiểm tra chi tiết

1.2.4.1 Chuẩn bị

- Thước cặp;

- Chi tiết đo;
- Giẻ lau;
- Phiếu đo.

1.2.4.2 Thực hiện đo, kiểm tra chi tiết và vẽ các chi tiết

- Kiểm tra độ chính xác của thước;
- Kiểm tra chi tiết đo;
- Xác định kích thước cần đo;
- Kiểm tra các kích thước đã đo đạt yêu cầu hay không;
- Ghi kết quả vào phiếu đo;
- Vẽ các chi tiết đã đo;
- Hướng dẫn các bài thực hành, các bản vẽ và phiếu đo xem phụ lục 4.

1.2.5 Câu hỏi ôn tập

1. Nêu cách đọc trị số đo trên thước cặp: 1/10, 1/20, 1/50.
2. Trình bày phương pháp sử dụng và bảo quản thước cặp.
3. Hãy chọn loại thước cặp để kiểm tra các kích thước: 39,90; 40,025; 29,92; 60,42; 50,034

BÀI 2. SỬ DỤNG THƯỚC PANME

2.1 Mục tiêu:

2.1.1 Kiến thức:

- Trình bày được cấu tạo và công dụng của thước Panme;
- Trình bày được cách sử dụng và cách đo thước Panme.

2.1.2 Kỹ năng

- Sử dụng được thước Panme để đo và kiểm tra các chi tiết.

2.2 Nội dung chính:

2.2.1 Công dụng và cấu tạo của thước Panme

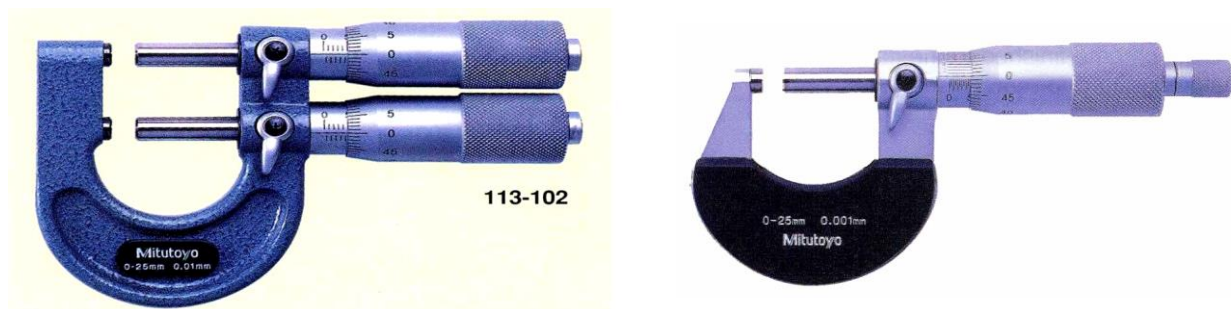
2.2.1.1 Công dụng

Thước Panme là loại dụng cụ đo kích thước dài có độ chính xác cao hơn thước cặp, khả năng đo được đến 0,01mm (loại đặc biệt đến 0,001mm).

Có ba loại thước panme chính:

- Thước Panme đo ngoài: Panme đo ngoài dùng để đo các kích thước: Chiều dài, chiều rộng, độ dày, đường kính ngoài của chi tiết.

Thước Panme đo ngoài có nhiều kích cỡ, giới hạn đo của từng loại là: 0-25; 25-50; 50-75; 75-100; 100-125; 125-150; 150-175; 175-200; 200-225; 225-250; 250-275; 275-300; 300-400; 400-500; 500-600 mm.



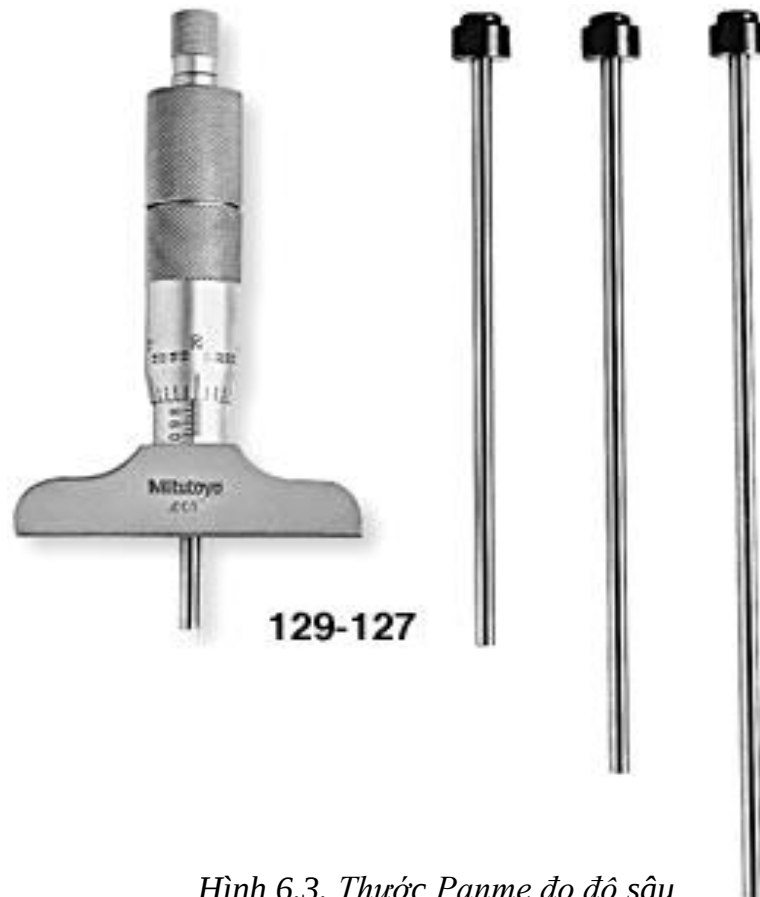
Hình 6.1. Thước Panme đo ngoài

- Thước Panme đo trong: Panme đo trong dùng để đo các kích thước lỗ, chiều rộng rãnh của chi tiết.



Hình 6.2. Thước Panme đo trong

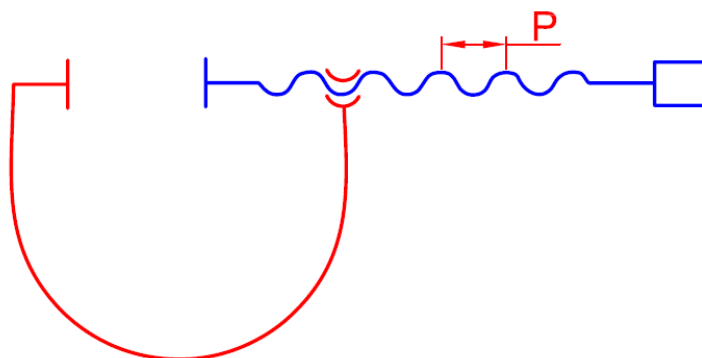
- Thước Panme đo độ sâu: Panme đo độ sâu dùng để đo các kích thước độ sâu, chiều cao của lỗ và rãnh.



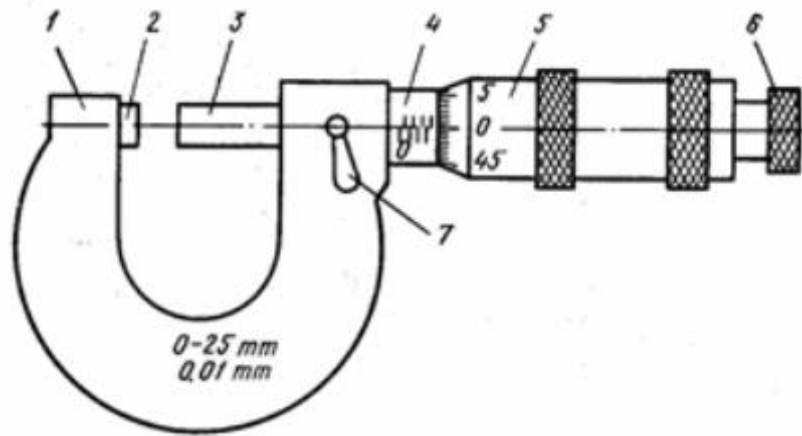
Hình 6.3. Thước Panme đo độ sâu

2.2.1.2 Cấu tạo

Thước Panme có cấu tạo trên nguyên lý chuyển động của ren vít và đai ốc, trong đó biến chuyển động quay của tay quay thành chuyển động tịnh tiến của đầu đo di động.



Hình 6.4. Cấu tạo bên trong của thước Panme đo ngoài



Hình 6.5. Thước Panme đo ngoài
1. Thân; 2. Đầu đo cố định; 3. Đầu đo động; 4. Thước chính;
5. Tang quay (thước động); 6. Núm vặn; 7. Chốt hãm.

2.2.2 Cách sử dụng và cách đo

2.2.2.1 Cách sử dụng

a. Lưu ý khi sử dụng

- Trước khi tiến hành đo, cần kiểm tra độ chính xác của thước bằng cách kéo du xích về vị trí 0 ban đầu;
- Chi tiết đo phải sạch sẽ (không có bụi bẩn và bavaria);
- Khi đo tay trái cầm thước Panme, tay phải vặn cho đầu đo đến gần tiếp xúc với vật đúng áp lực đo;
- Không được sử dụng thước Panme để đo khi chi tiết còn đang chuyển động;
- Nếu lấy thước ra khỏi vị trí đo thì vặn vít hãm để cố định, nhưng hạn chế.

b. Bảo quản

- Thước đo xong phải đặt đúng vị trí ở trong hộp, không đặt thước chồng lên các dụng cụ khác hoặc đặt các dụng cụ khác chồng lên thước;
- Luôn giữ cho thước sạch sẽ không bị bụi bẩn bám vào;
- Sau khi làm việc xong phải lau chùi thước bằng giẻ sạch và bôi dầu.

2.2.2.2 Cách đo

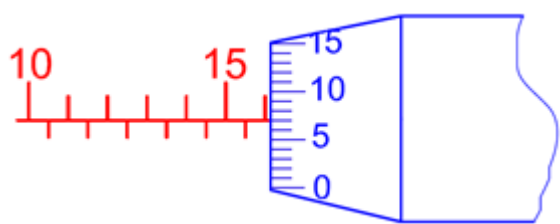
a. Cách đọc kết quả đo trên thước Panme

Kết quả đo L được xác định theo biểu thức sau:

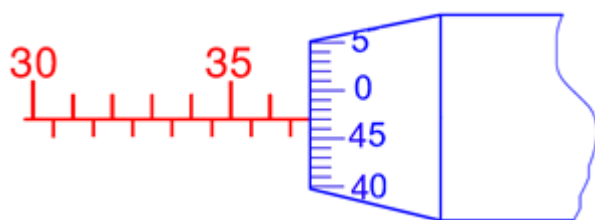
$$L = m + i.c'$$

- m : Là số vạch trên thước chính ở bên trái của ống quay.
- i : Là vạch thứ i trên thước phụ trùng với đường chuẩn trên ống cố định.

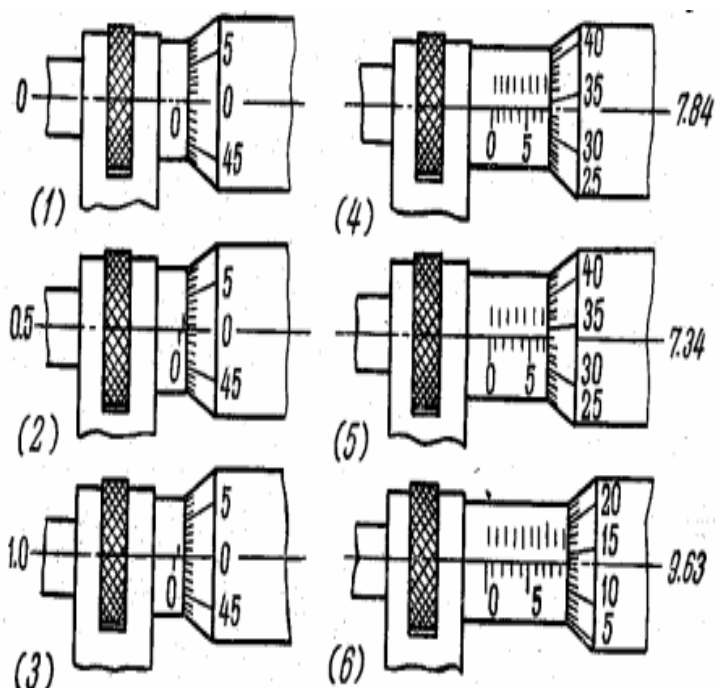
- c' : Là độ chính xác của thước.



$$L = m + i.c' = 16 + (7 \times 0,01) = 16,07\text{mm}$$

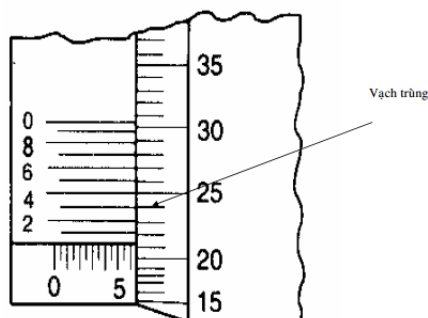


$$L = m + i.c' = 36,5 + (47 \times 0,01) = 36,97\text{mm}$$



- Cách đọc số trên thước panme có độ chính xác đến 0,001 mm

Kết quả đọc là: 6,213 mm



b. Cách đo

Sau khi các điều kiện cần đã đảm bảo, tạo điều kiện cho thước Panme hoạt động tốt thì trong quá trình đo đặc phải tuân thủ cách sử dụng như sau để đảm bảo kết quả chính xác hoàn toàn:

- Tay trái cầm thước, tay phải giữ núm vặn, khi đầu đo tĩnh tiếp xúc với chi tiết thì xoay núm vặn để đầu đo di động tịnh tiến đến mặt còn lại của chi tiết sao cho tiếp xúc đúng áp lực đo;
- Giữ chi tiết sao cho đường tâm của 2 đầu đo trùng với tâm (trục chính) của chi tiết;
- Dựa vào kết quả hiển thị trên mặt thước, đọc kết quả đo;
- Nếu phải tháo vật cần đo ra khỏi thước Panme rồi mới đọc kết quả thì vặn chốt hãm, cố định đầu đo.

2.2.3 Sử dụng thước Panme đo các chi tiết điển hình**2.2.3.1 Chuẩn bị**

- Thước Panme;
- Chi tiết đo;
- Giẻ lau;
- Phiếu đo.

2.2.3.2 Thực hiện đo và vẽ các chi tiết điển hình

- Kiểm tra độ chính xác của thước;
- Kiểm tra chi tiết đo;
- Xác định kích thước cần đo;
- Ghi kết quả vào phiếu đo;
- Vẽ các chi tiết đã đo.

2.2.4 Sử dụng thước Panme đo và kiểm tra chi tiết**2.2.4.1 Chuẩn bị**

- Thước Panme;
- Chi tiết đo;
- Giẻ lau;
- Phiếu đo.

2.2.4.2 Thực hiện đo kiểm tra chi tiết và vẽ các chi tiết

- Kiểm tra độ chính xác của thước;
- Kiểm tra chi tiết đo;

- Xác định kích thước cần đo;
- Kiểm tra các kích thước đã đo đạt yêu cầu hay không;
- Ghi kết quả vào phiếu đo;
- Vẽ các chi tiết đã đo;
- Hướng dẫn các bài thực hành, các bản vẽ và phiếu đo xem phụ lục 4.

2.2.5 Câu hỏi ôn tập

1. Trình bày công dụng, cấu tạo và cách sử dụng thước panme đo ngoài, panme đo trong và panme đo sâu.
2. Nêu cách đọc trị số trên thước panme, cho ví dụ.

BÀI 3. SỬ DỤNG ĐỒNG HỒ SO VÀ MỘT SỐ DỤNG CỤ ĐO KHÁC

3.1 Mục tiêu:

3.1.1 Kiến thức:

- Trình bày được công dụng và cấu tạo của đồng hồ so và một số dụng cụ đo khác;
- Trình bày được cách sử dụng và cách đo của đồng hồ so và một số dụng cụ đo khác.

3.1.2 Kỹ năng:

- Sử dụng được đồng hồ so và một số dụng cụ đo khác để đo và kiểm tra các chi tiết.

3.2 Nội dung chính:

3.2.1 Đồng hồ so và một số dụng cụ đo khác

3.2.1.1 Đồng hồ so:

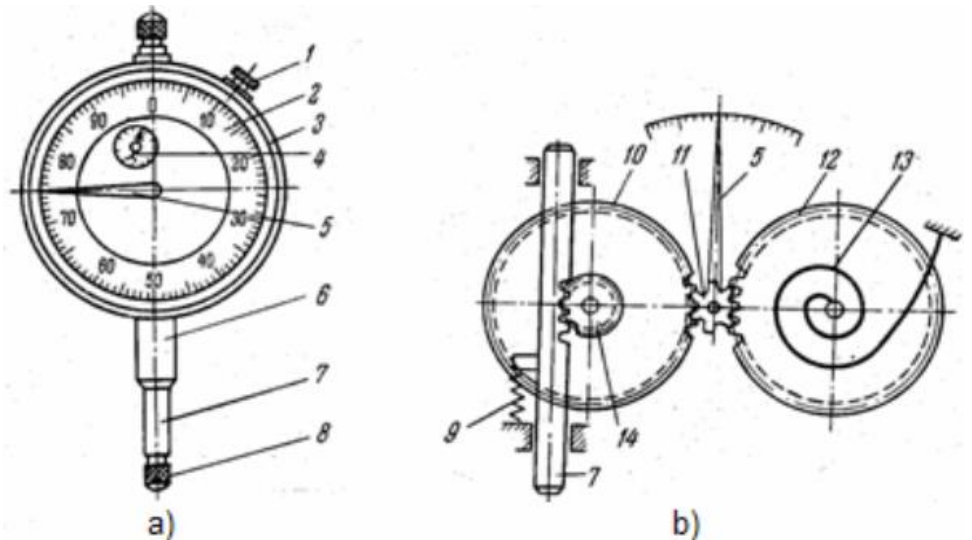
Đồng hồ so là một loại dụng cụ đo có mặt số, được sử dụng rộng rãi trong sản xuất.

a. Công dụng

Đồng hồ so được dùng nhiều trong việc kiểm tra sai lệch hình dạng hình học của chi tiết gia công như: độ thẳng, độ phẳng, độ côn, độ cong, độ ôvan. đồng thời kiểm tra vị trí tương đối giữa các chi tiết lắp ghép với nhau hoặc giữa các mặt trên chi tiết như độ song song, độ vuông góc, độ đảo, độ không đồng trục.

b. Cấu tạo

Mặt lớn của đồng hồ chia ra 100 vạch; thường giá trị một vạch bằng 0,01 mm nghĩa là khi thanh đo 7 dịch chuyển lên xuống một đoạn 0,01 mm thì kim lớn 5 quay hết 1 vòng (100 vạch) thì thanh đo 7 dịch chuyển 1 đoạn $L = 0,01 \times 100 = 1 \text{ mm}$, lúc đó kim nhỏ 4 quay đi 1 vạch. Vậy giá trị mỗi vạch trên mặt số nhỏ là 1 mm.



Hình 7.1. Cấu tạo đồng hồ so

1. Vít hãm; 2. Mặt số; 3. Nắp; 4. Kim chỉ vòng; 5. Kim; 6. Ống lót trục;
7. Thanh đo; 8. Đầu đo; 9, 13. Lò xo; 10, 11, 12, 14. Bánh răng

c. Các loại đồng hồ so

- **Đồng hồ so chân gập:** Đây còn được gọi là đồng hồ so chân què hay đồng hồ so đòn bẩy. Dòng sản phẩm này sử dụng nguyên lý cộng hưởng đòn bẩy cho khuếch đại chuyển động của đầu đo.

Với thiết kế đầu đo nhỏ gọn, chân đo có thể thay đổi theo góc linh hoạt, vì vậy thiết bị này áp dụng đối với những góc đo khó, không gian đo giới hạn.



Hình 7.2. Đồng hồ so chân gập

- **Đồng hồ so cơ khí (đồng hồ so chân thẳng):** Đây là mẫu đồng hồ so tiêu chuẩn. Nó được thiết kế với đầu đo và trục đo không cố định một chỗ, giúp di chuyển lên xuống dễ dàng. Vạch đo chia của thiết bị này giao động 0,01mm - 0,002mm và phạm vi đo có thể đo trong phạm vi từ 0÷1 mm; 1÷5 mm hoặc 1÷10mm.

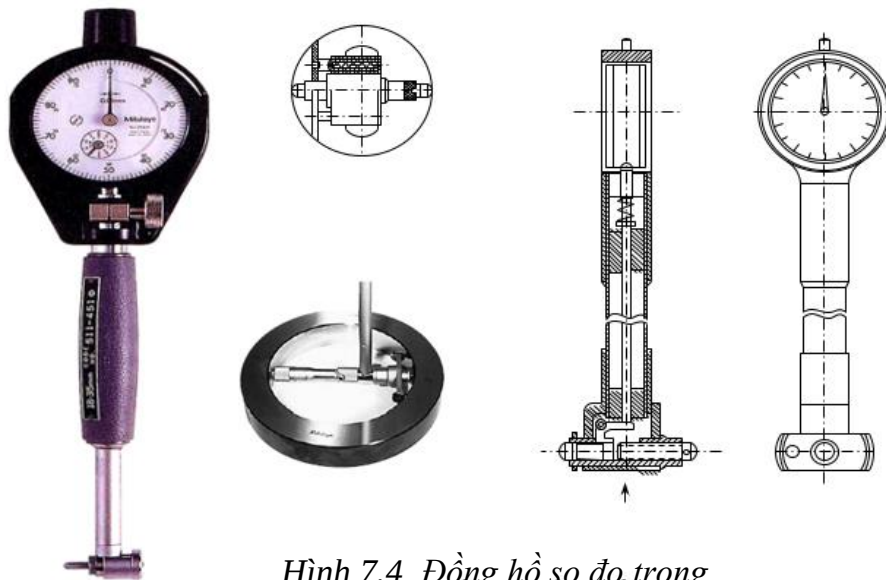


Hình 7.3. Đồng hồ cơ khí

- Đồng hồ so đo trong

Gồm hai phần:

- + Phần đồng hồ so: giống như đồng hồ so thông dụng.
- + Phần thân nối: là hệ thống đòn để truyền chuyển động ngang của đầu đo di động đến chuyển động đứng của trục đồng hồ so.

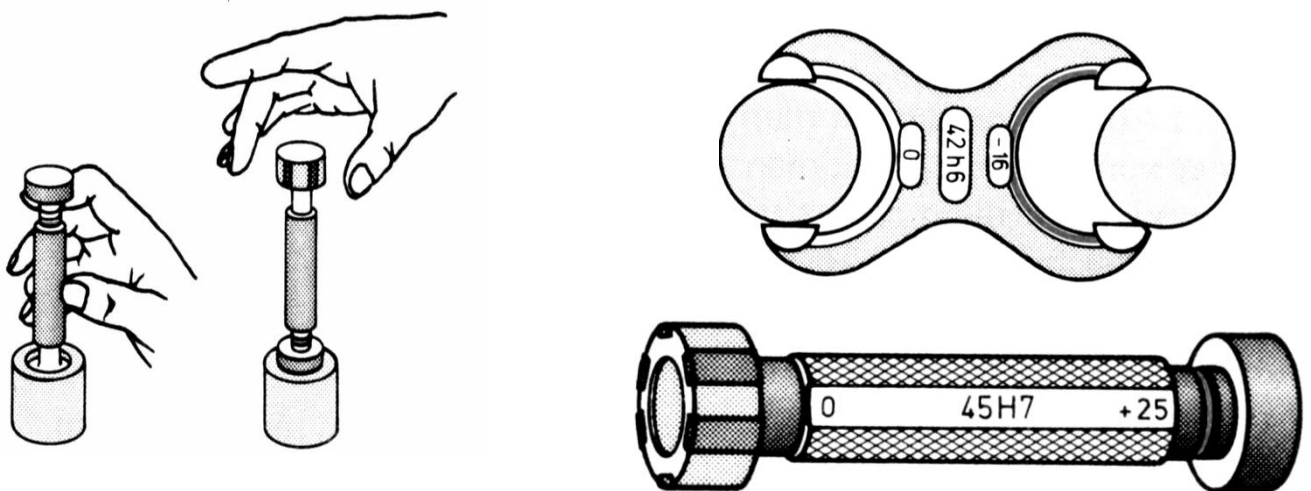


Hình 7.4. Đồng hồ so đo trong

3.2.1.2 Calíp giới hạn

a. Công dụng

Calíp giới hạn dùng để kiểm tra các thông số về kích thước của chi tiết trong sản xuất hàng loạt. Đây là loại dụng cụ đo không có cơ cấu chỉ thị nên chỉ dùng để xác định kích thước thực của chi tiết có nằm trong phạm vi dung sai cho phép hay không.



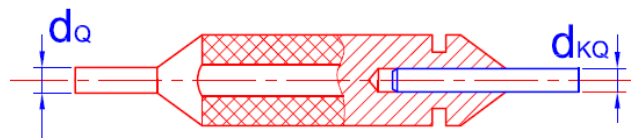
Hình 7.5. Calíp nút và calíp hàm

b. Phân loại

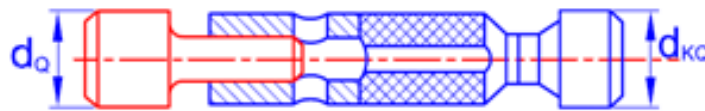
- Theo mục đích của việc kiểm tra, phân ra:
 - + Calíp thợ: để kiểm tra chi tiết trong quá trình gia công;
 - + Calíp thu nhận: để kiểm tra thu nhận sản phẩm;
 - + Calíp kiểm tra: để kiểm tra lại độ chính xác của hai loại calíp trên sau một thời gian sử dụng.
- Theo phạm vi sử dụng, phân ra: calíp trụ, calíp côn, calíp ren, calíp then hoa.
- Theo dạng bề mặt kiểm tra, phân ra:
 - + Calíp nút: để kiểm tra bề mặt trong của chi tiết;
 - + Calíp hàm: để kiểm tra bề mặt ngoài của chi tiết.

c. Cấu tạo calíp nút

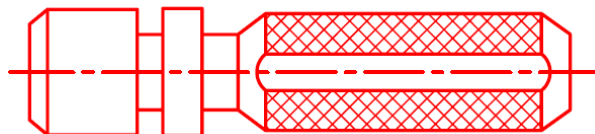
- Dùng cho kích thước từ 1÷3mm



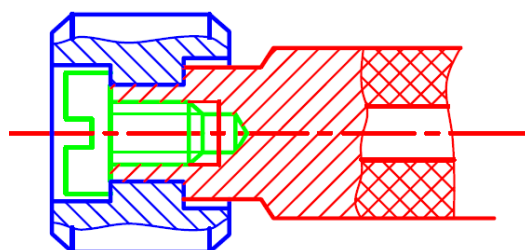
- Dùng cho kích thước từ 3÷50mm (đầu đo thay đổi).



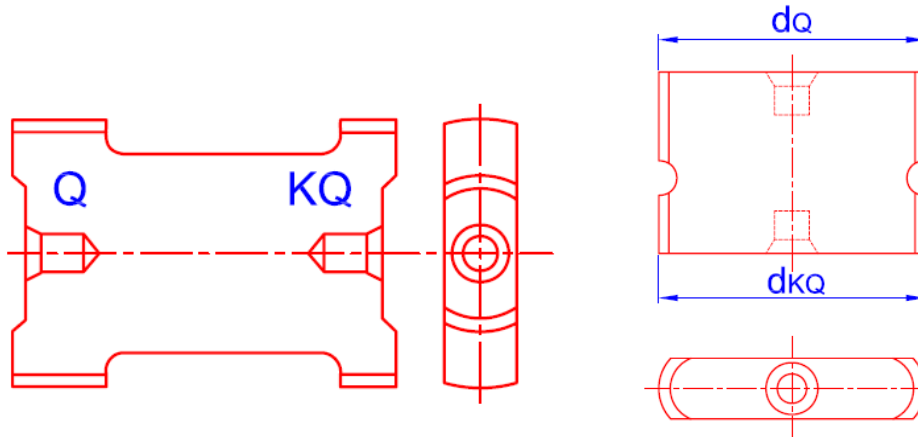
- Dùng cho kích thước từ 3÷50mm (đầu đo không thay đổi).



- Cho kích thước từ 50÷100mm (đầu đo thay đổi).

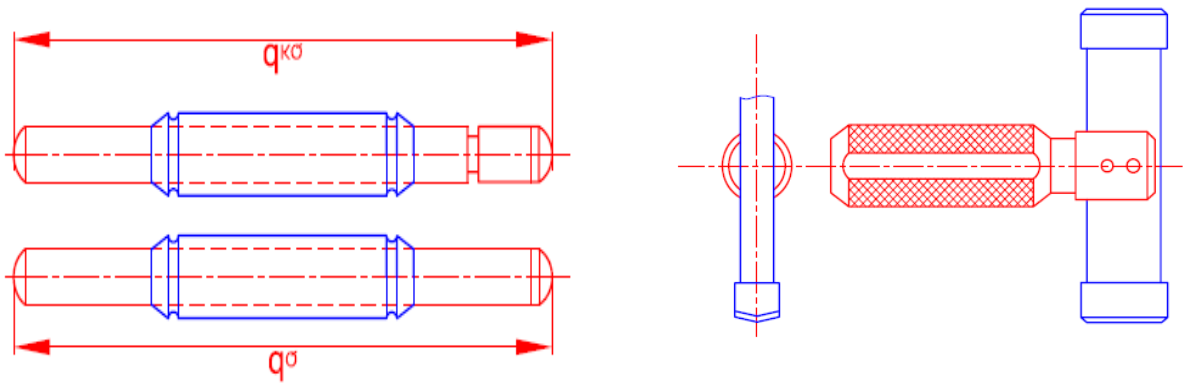


- Cho kích thước từ 50÷250mm.

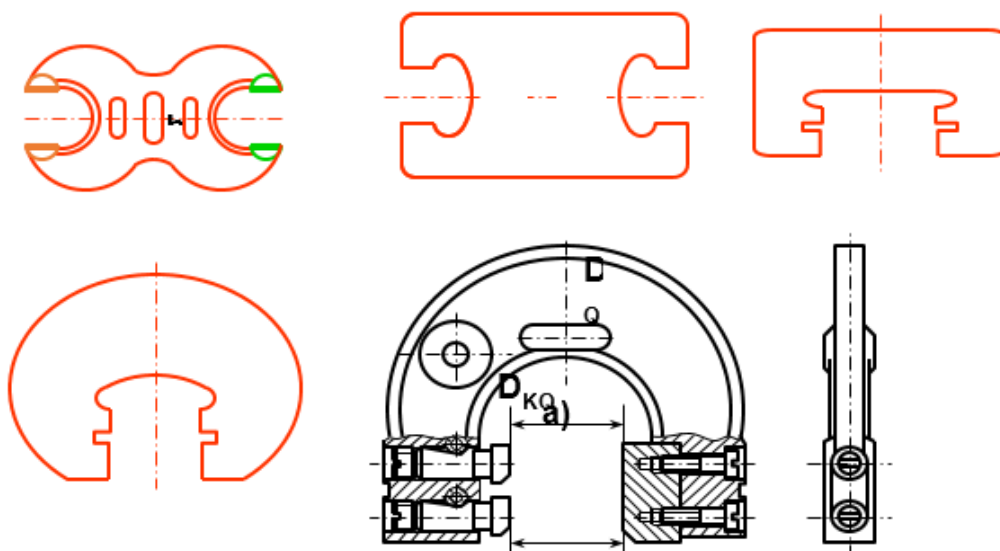


- Cho kích thước từ 100÷300mm

- Cho kích thước từ 160÷360mm



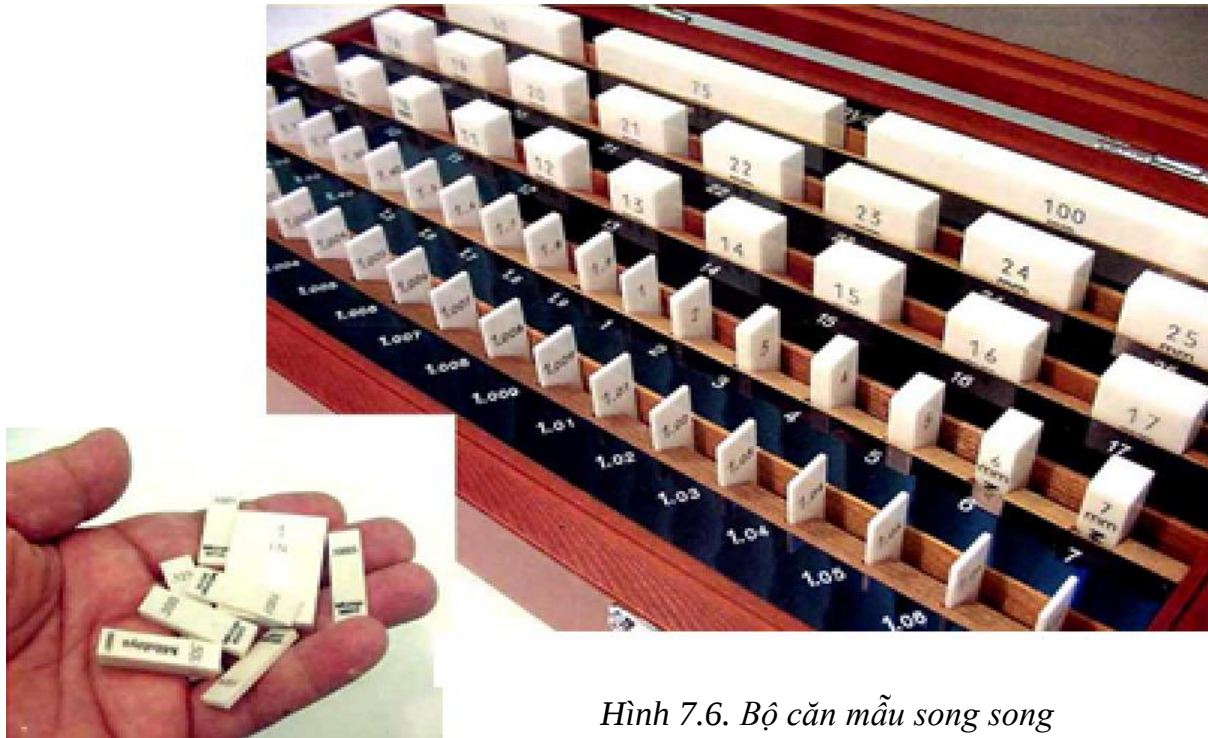
d. Cấu tạo calíp hàm



3.2.1.3 Căn mẫu song song

a. Cấu tạo

Căn mẫu song song là một loại mẫu chuẩn về chiều dài và có dạng hình khối chữ nhật với hai bề mặt làm việc được chế tạo rất song song, đạt độ chính xác về kích thước và độ bóng cao.



Hình 7.6. Bộ căn mẫu song song

Bộ căn mẫu có 87 miếng:

- Chênh lệch 0,001mm (1,001 - 1,009): 9 miếng
- Chênh lệch 0,01mm (1,01 - 1,49): 49 miếng
- Chênh lệch 0,5mm (0,5 - 9,5): 19 miếng
- Chênh lệch 10mm (10 -100): 10 miếng

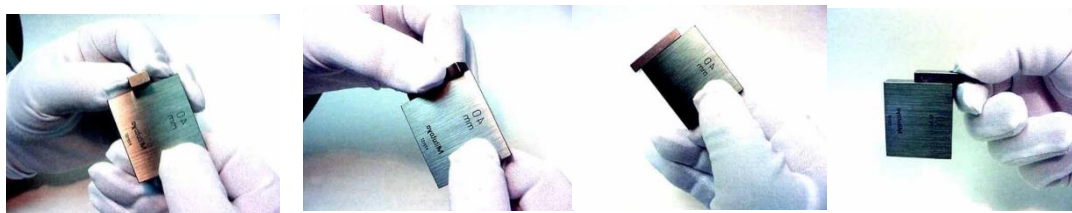
b. Công dụng

- Kiểm tra trực tiếp kích thước chi tiết như bề rộng rãnh;
- Kết hợp với các dụng cụ đo khác như đồng hồ so, óptimét. để xác định kích thước chi tiết bằng phương pháp đo so sánh;
- Dùng làm chuẩn để kiểm tra và khắc vạch các loại dụng cụ đo;
- Dùng làm chuẩn để điều chỉnh máy trước khi gia công chi tiết trong sản xuất hàng loạt bằng phương pháp tự động đạt kích thước.

c. Các yêu cầu của việc ghép và bảo quản căn mẫu

- Lau sạch căn mẫu bằng xăng trắng và vải mềm trước khi ghép.

- Dùng phương pháp vừa xoa vừa ép với một áp lực nhẹ để đảm bảo các miếng tự dính chặt với nhau thành một khối.



d. Các yêu cầu của việc ghép và bảo quản căn mẫu

- Số lượng căn mẫu cần thiết để ghép thành một kích thước bất kỳ càng ít càng tốt (không quá 4 miếng) và phải nằm trong cùng một bộ;
- Sau khi sử dụng xong nên tháo rời các miếng căn, rửa sạch bằng xăng, lau khô và bôi một màng mỏng vadolin để bảo vệ;
- Hộp căn mẫu phải được đặt nơi khô ráo, không có nắng nóng và nhiệt độ ít thay đổi.

3.2.1.4 Căn mẫu đo góc

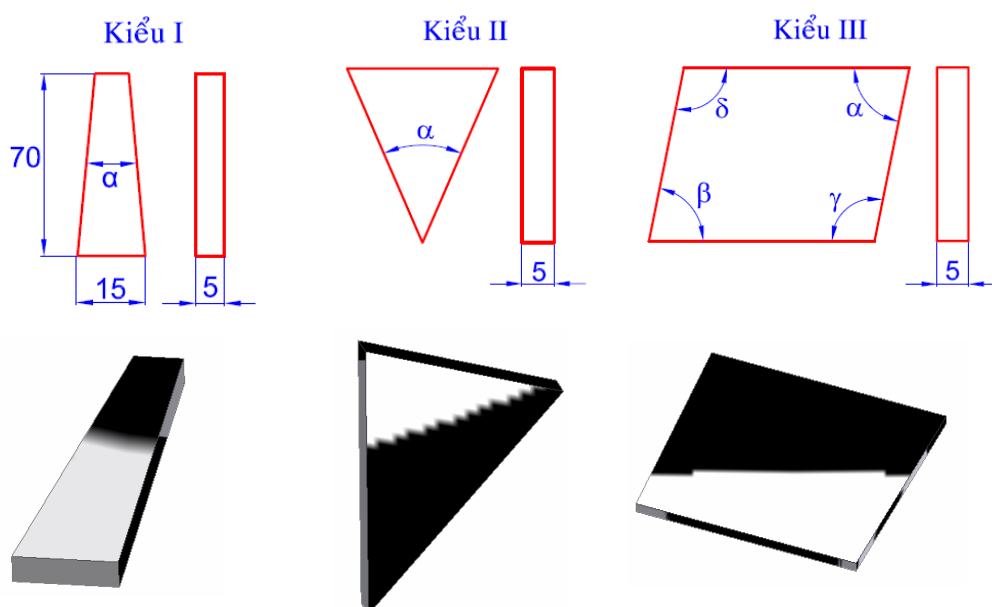
a. Công dụng

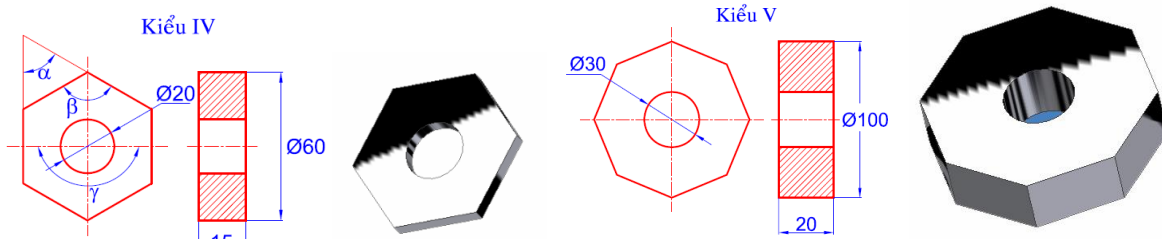
- Kiểm tra trực tiếp góc của chi tiết cần đo;
- Chế tạo các đường góc, đường chếp hình, dao cắt ren;
- Kiểm tra và khắc độ các dụng cụ đo góc khác.

b. Cấu tạo

Căn mẫu đo góc được chế tạo thành bộ gồm nhiều miếng có kích thước góc danh nghĩa khác nhau và có độ chênh lệch nhỏ nhất là $1'$.

Các kiểu căn mẫu:





Hình 7.7. Các kiểu căn mẫu

- Kiểu I: Dùng cho góc α nhỏ ($\alpha = 1' \div 9'$).
- Kiểu II: Dùng cho góc α trung bình ($\alpha = 10^0 \div 79^0$).
- Kiểu III: Dùng cho góc α lớn ($\alpha = 80^0 \div 100^0$).
- Kiểu IV: Hình lục lăng với ba góc đo $\alpha = 50^020'$, $\beta = 118^040'$, $\gamma = 180^0$.
- Kiểu V:

Loại 8 mặt có các góc đo $\alpha = 45^0$, $\beta = 90^0$, $\gamma = 135^0$, $\delta = 180^0$

Loại 12 mặt có các góc đo 30^0 , 60^0 , 90^0 , 120^0 , 150^0 , 180^0

3.2.1.5 Dưỡng đo góc

Dưỡng đo góc là một loại mẫu góc có cấu tạo đặc biệt và có công dụng dùng để kiểm tra các mặt nghiêng, kiểm tra dao cắt ren và dao định hình.

Độ chính xác khi dùng dưỡng đo góc phụ thuộc vào:

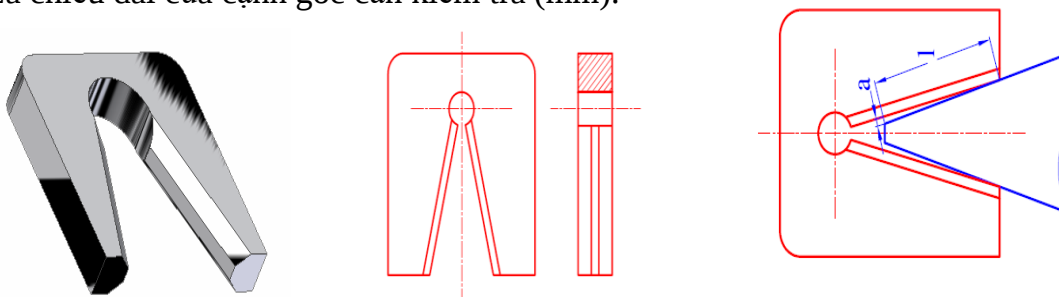
- Chiều dài cạnh góc kiểm tra;
- Độ nhám bề mặt của dưỡng và của chi tiết đo;
- Mức độ đánh giá khe sáng giữa dưỡng và chi tiết đo;

Sai lệch giữa góc kiểm tra so với dưỡng có thể tính theo công thức gần đúng:

$$\Delta\varphi = \frac{2a}{l} \times 100000 \quad (")$$

a: Là trị số khe sáng (mm).

l: Là chiều dài của cạnh góc cần kiểm tra (mm).

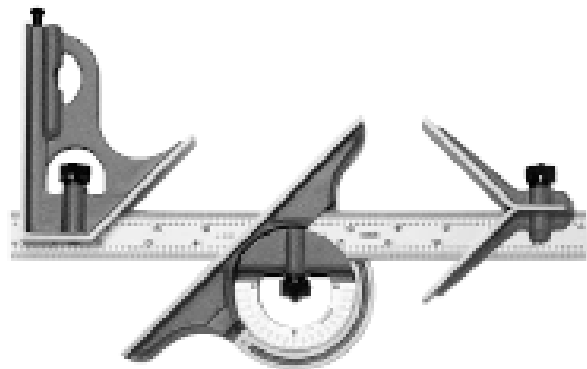


Hình 7.8. Dưỡng đo góc

3.2.1.6 Thước đo góc

a. Thước đo góc đơn giản

Không có thước phụ, giá trị phân độ là 30' hay 1°. Loại này chỉ sử dụng trong những việc có yêu cầu độ chính xác không cao.



Hình 7.9. Dụng cụ đo góc đơn giản

b. Thước đo góc có thước phụ

Thước chính: có hình quạt và được khắc vạch theo độ ($a = c = 1^\circ$).

Thước phụ: có thể chuyển động quanh thước chính và có du xích với giá trị phân độ c' là 2' hoặc 5'.



Hình 7.10. Thước đo góc có thước phụ

Khoảng chia a' của thước phụ được tính bằng công thức:

$$a' = \gamma.c - c'$$

Cách đọc kết quả đo α được xác định theo biểu thức sau:

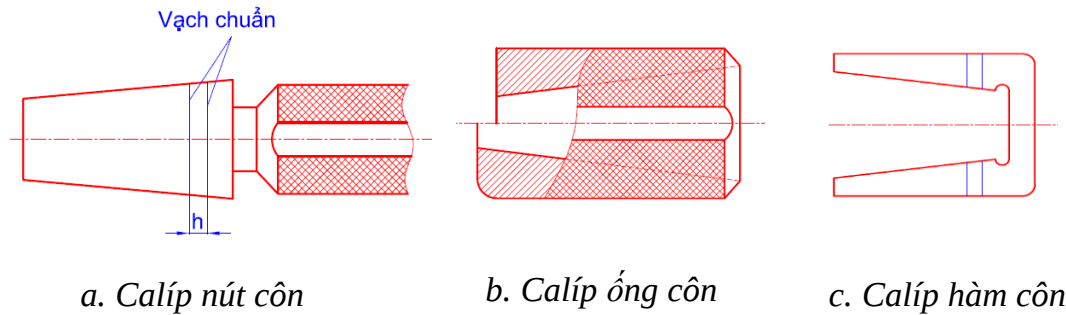
$$\alpha = m + i.c'$$

- m : Là số vạch trên thước chính ở bên trái vạch 0 của thước phụ.
- i : Là vạch thứ i trên thước phụ trùng với một vạch bất kỳ trên thước chính.

Ví dụ: Dùng thước đo góc có $c' = 2'$, $m = 35$, $i = 18$ thì $\alpha = 35^\circ 36'$

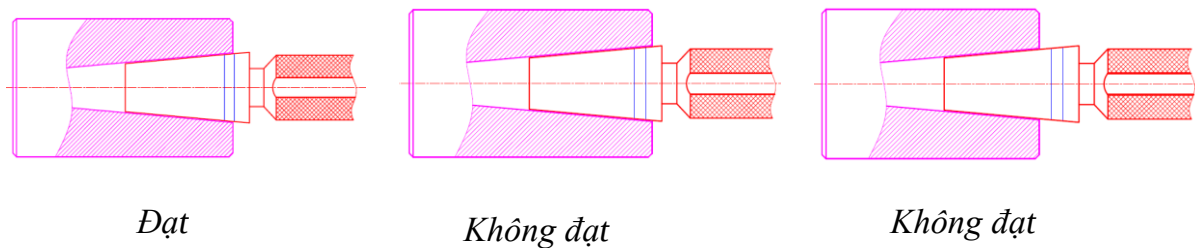
c. Calíp côn giới hạn

Calíp côn dùng để kiểm tra góc côn trong và côn ngoài.



Hình 7.11. Calíp côn giới hạn

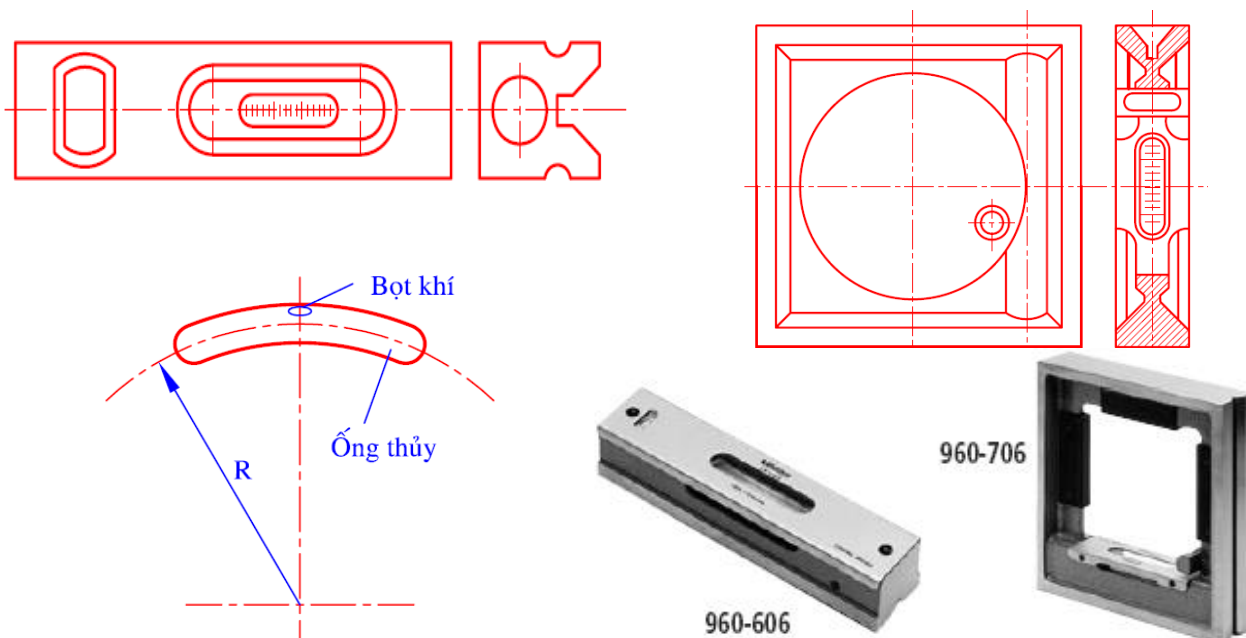
Ví dụ:



3.2.1.7 Đo góc bằng phương pháp đo gián tiếp

a. Nivô

Nivô dùng để xác định các sai lệch nhỏ của góc, để kiểm tra vị trí nằm ngang hoặc thẳng đứng của các bề mặt trên chi tiết.



Hình 7.12. Nivô

Nguyên tắc hoạt động: Bán kính cong R của ống thủy quyết định độ nhạy của Nivô (bán kính cong càng lớn thì độ nhạy càng cao).

Độ nhảy của Nivô tùy thuộc vào cấp chính xác của nó và được phân như sau:

Cấp chính xác của Nivô	1	2	3	4
Độ nhảy (tính bằng giây/vạch)	2''÷10''	10''÷20''	20''÷40''	40''÷60''
Độ nhảy (tính bằng mm/m) hay giá trị vạch chia c	0,01÷0,05	0,05÷0,1	0,1÷0,2	0,2÷0,3
Bán kính cong của ống thủy (m)	200÷40	40÷20	20÷10	10÷7

Ví dụ: Một bề mặt dài 3m có độ nghiêng làm cho bọt khí của Nivô lệch đi 3 vạch so với vị trí giữa. Biết Nivô được sử dụng có giá trị vạch chia $c = 0,15\text{mm/m}$ (tức 30''/vạch).

Sai lệch về góc của bề mặt kiểm tra so với vị trí chuẩn là: $\alpha = 3 \times 30'' = 90'' = 1'30''$

Lượng hiệu chỉnh cần thiết cho bề mặt đó để nó trở về vị trí chuẩn là:

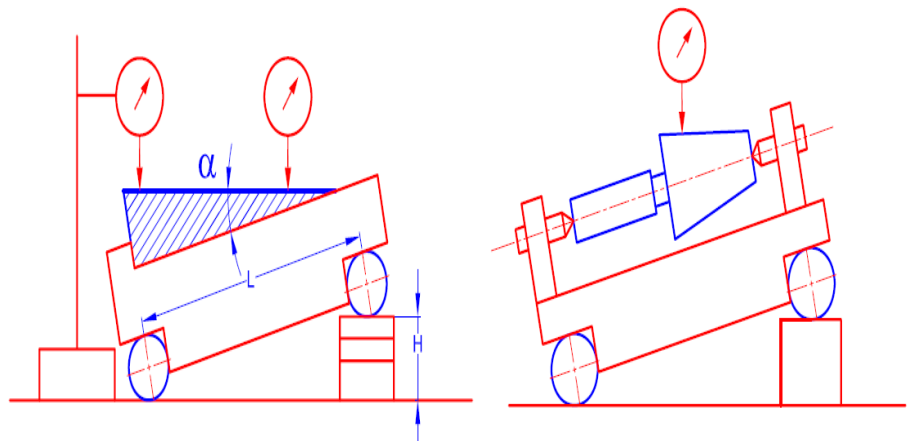
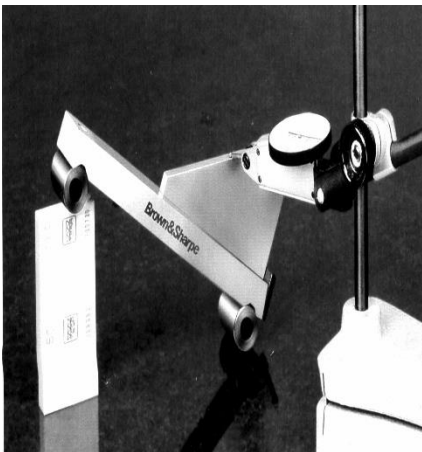
$$h = 0,15\text{mm/m} \times 3\text{vạch} \times 3\text{m} = 1,35\text{mm}.$$

b. Thước sin

Dùng để đo chính xác kích thước góc (góc phẳng hay góc côn ngoài) bằng phương pháp đo gián tiếp dựa trên nguyên tắc hàm số sin.

Công thức xác định góc α :

$$\alpha = \arcsin \frac{H}{L}$$

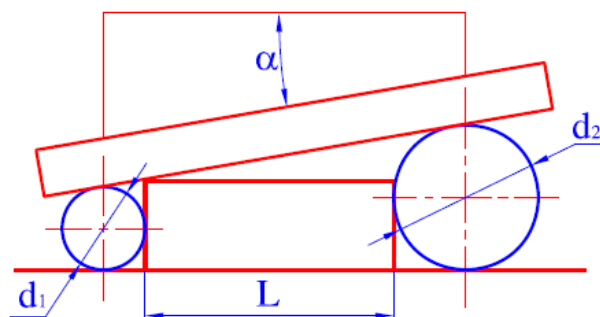


Hình 7.13. Thước sin

c. Thước tang

Dùng để đo chính xác kích thước góc (góc phẳng hay góc côn ngoài) bằng phương pháp đo gián tiếp dựa trên nguyên tắc hàm số tang.

$$\alpha = \arctg \frac{2(d_2 - d_1)}{d_1 + d_2 + 2L}$$

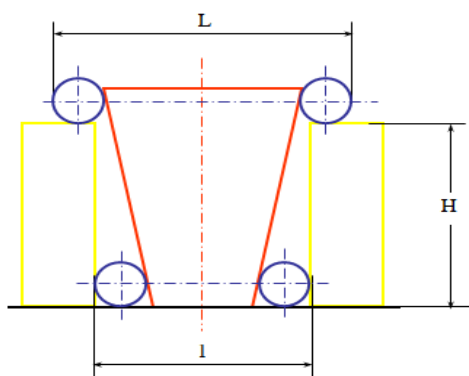


Hình 7.14. Thước tang

3.2.1.8 Dùng bi cầu và các dụng cụ đo kích thước dài

a. Đo góc côn ngoài

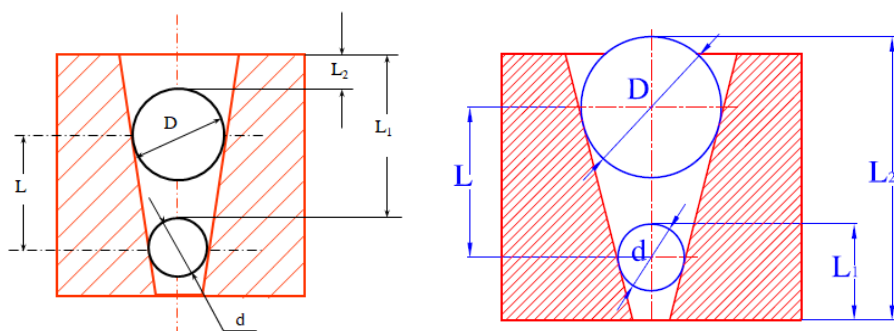
Góc côn α được xác định theo công thức: $\alpha = \arctg \frac{L-l}{2H}$



Hình 7.15. Đo góc côn ngoài

b. Đo góc côn trong

$$\alpha = \arctg \frac{D-d}{2L} = \arctg \frac{D-d}{2L_1 - 2L_2 - D + d}$$



Hình 7.16. Đo góc côn trong

3.2.2 Sử dụng đồng hồ so

3.2.2.1 Chuẩn bị

- Đồng hồ so;
- Chi tiết đo;
- Giẻ lau;
- Phiếu đo.

3.2.2.2 Thực hiện đo và vẽ các chi tiết

- Kiểm tra độ chính xác của đồng hồ so;
- Kiểm tra chi tiết đo;
- Xác định kích thước cần đo;
- Ghi kết quả vào phiếu đo;
- Vẽ các chi tiết đã đo.

3.2.3 Sử dụng đồng hồ so và các dụng cụ đo thông dụng

3.2.3.1 Chuẩn bị

- Đồng hồ so và các dụng cụ đo thông dụng;
- Chi tiết đo;
- Giẻ lau;
- Phiếu đo.

3.2.3.2 Thực hiện đo kiểm tra chi tiết và vẽ các chi tiết

- Kiểm tra độ chính xác của các dụng cụ đo;
- Kiểm tra chi tiết đo;
- Xác định kích thước cần đo;
- Kiểm tra các kích thước đã đo đạt yêu cầu hay không;
- Ghi kết quả vào phiếu đo;
- Vẽ các chi tiết đã đo;
- Hướng dẫn các bài thực hành, các bản vẽ và phiếu đo xem phụ lục 4.

3.2.3.4 Câu hỏi ôn tập

1. Trình bày công dụng, cấu tạo của calíp trục và calíp hàm, căn cứ vào đâu để xác định kích thước danh nghĩa các đầu đo của calíp.
2. Tại sao calíp được dùng trong sản xuất hàng loạt, trong sản xuất đơn chiếc nếu sử dụng calíp để kiểm tra thì có ưu nhược điểm gì?

3. Cho đường kính của các trục với dung sai là:

a. $\varnothing 35_{-0,62}^{-0,02}$

b. $\varnothing 25_{-0,03}^0$

c. $\varnothing 50_{-0,1}^{+0,1}$

Hãy tính toán kích thước các hàm đo của calíp hàm để kiểm tra đường kính của các trục đó.

4. Nêu công dụng, cấu tạo và đặc điểm của căn mẫu.

5. Trình bày cách sử dụng và bảo quản căn mẫu.

6. Nếu ta có một bộ căn mẫu 87 miếng hãy tạo một tập hợp căn mẫu để đo:

a. 129,0 mm

b. 53,78 mm

c. 69,995 mm

d. 104,335 mm

12. Dùng bộ căn mẫu 87 miếng để kiểm tra các kích thước sau:

a. 100,08 mm

b. 5,750 mm

c. 8,935 mm

d. 10,054 mm

13. Tra bảng 7.1 và sử dụng các miếng căn để kiểm tra chiều rộng rãnh cho các kích thước sau:

a. $15_{+0,05}^{+0,10}$

b. 25H8

c. $20^{+0,05}$

Bảng 7.1: Bộ căn mẫu (Bộ khối cỡ chuẩn)		
Nhóm	Kích thước danh nghĩa	Bậc
1	1,001 ... 1,009	0,001
2	1,01 ... 1,09	0,01
3	1,1 ... 1,9	0,1
4	1 ... 9	1
5	10 ... 100	10

BÀI 4. SỬ DỤNG TỔNG HỢP CÁC DỤNG CỤ ĐO

4.1 Mục tiêu:

4.1.1 Kiến thức:

- Trình bày được cách đo và kiểm tra kích thước;
- Trình bày được các phương pháp đo;
- Phân tích phương pháp đo của một số dụng cụ đo thông dụng trong ngành cơ khí.

4.1.2 Kỹ năng:

- Ghi, đọc được ký hiệu nhám bề mặt trên bản vẽ kỹ thuật;
- Biểu diễn được các sai lệch về hình dạng, sai lệch về vị trí trên bản vẽ kỹ thuật;
- Xác định được phương pháp đo các thông số sai số hình dạng, vị trí.

4.2 Nội dung chính:

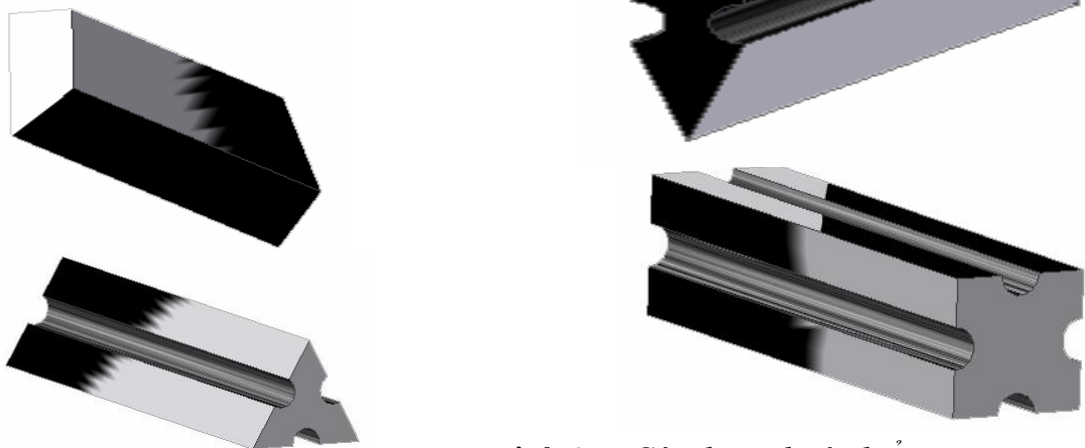
4.2.1 Sử dụng tổng hợp các dụng cụ đo để đo và kiểm tra chi tiết

4.2.1.1 Đo sai lệch hình dạng

a. Đo độ thẳng

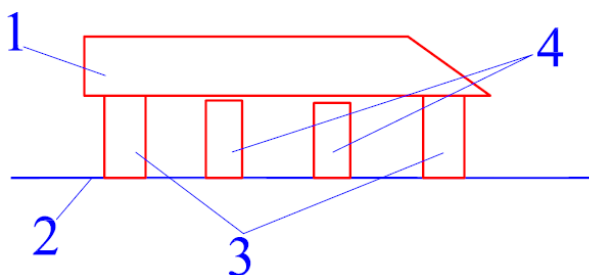
- Dùng thước kiểm

Các dạng thước kiểm:



Hình 8.1. Các dạng thước kiểm

Sơ đồ xác định giá trị khe sáng mẫu:



1: Thước kiểm

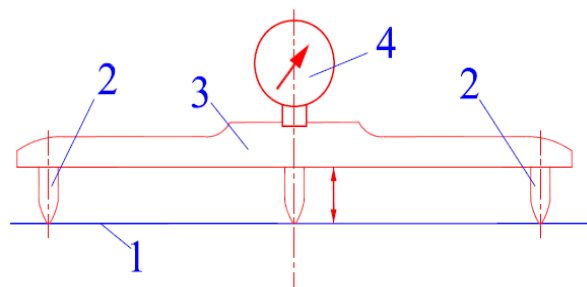
2: Mặt phẳng bàn máp

3: Căn mẫu có kích thước bằng nhau

4: Căn mẫu có kích thước khác nhau

Hình 8.2. Sơ đồ xác định giá trị khe sáng mẫu

- Dũa thước gắn đồng hồ so



Hình 8.3. Sơ đồ nguyên lý của dụng cụ

1: Đường thẳng chuẩn

2: Điểm tì

3: Giá

4: Đồng hồ so

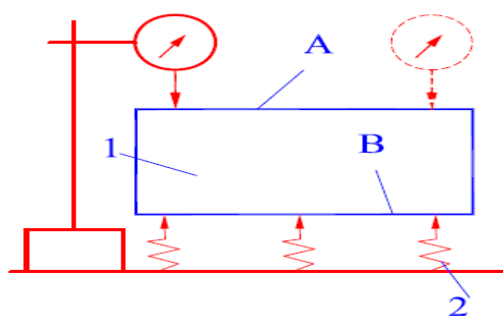
d. Đo độ phẳng

Các phương pháp đo

Dùng bột màu: dịch chuyển bề mặt cần kiểm tra trên bề mặt làm việc của bàn máy có bôi một lớp mỏng bột màu. Độ phẳng được thể hiện bằng số lượng vết bột màu trên bề mặt kiểm tra trong hình vuông 25x25mm. Số vết càng nhiều, độ phẳng càng cao.

Dùng thước kiểm để đo độ phẳng theo các hướng khác nhau và qua từng lần đo đó mà đánh giá sai số về độ phẳng.

Dùng dụng cụ có cơ cấu chỉ thị để rà liên tục trên bề mặt cần đo.

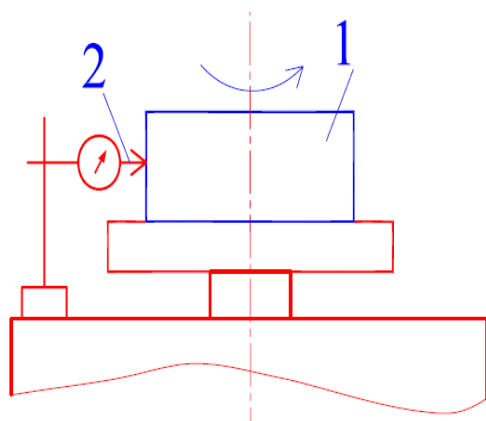


Hình 8.4. Sơ đồ nguyên lý của dụng cụ

e. Đo độ tròn

Độ tròn được xác định theo các sơ đồ đo:

- Sơ đồ a:



Hình 8.5. Sơ đồ nguyên lý của sơ đồ a

1: Chi tiết

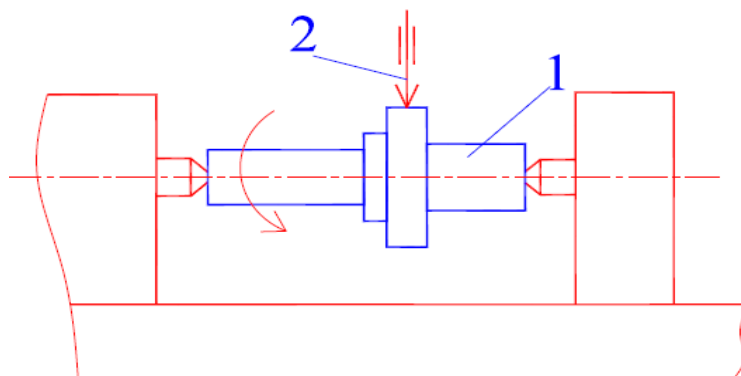
2: Đồng hồ so



Hình 8.6. Máy đo độ tròn

Yêu cầu cao về độ đảo trục chính của bàn gá đo. Khi đó kết quả đo sẽ phản ánh luôn cả độ không đồng tâm của bề mặt chi tiết với tâm quay của nó.

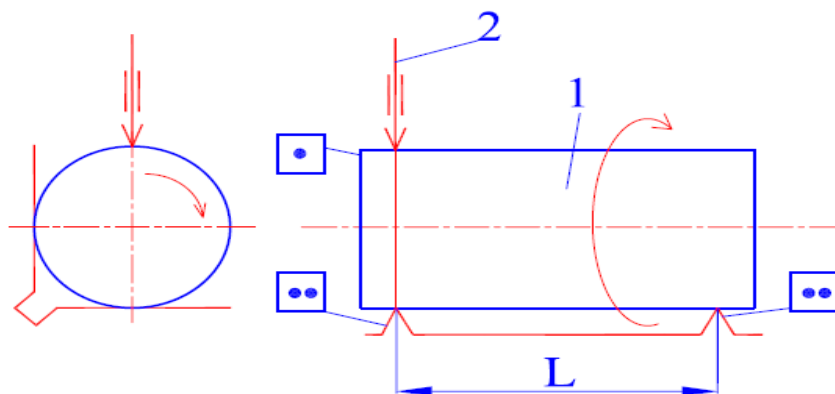
– **Sơ đồ b:**



Hình 8.7. Sơ đồ nguyên lý của sơ đồ b

Sử dụng đối với chi tiết dài có hai lỗ tâm hoặc chi tiết ngắn có lỗ để lắp với trục gá. Kết quả đo chứa cả sai số độ đồng tâm của mặt kiểm tra với tâm quay của hai lỗ tâm.

– **Sơ đồ c:**

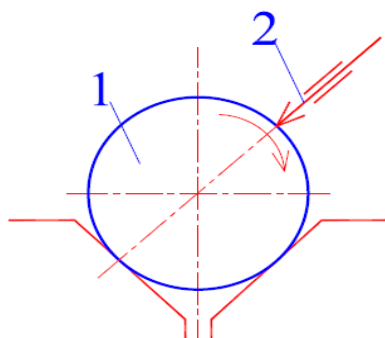


Hình 8.8. Sơ đồ nguyên lý của sơ đồ c

Chi tiết gá đặt kém ổn định vì cần có lực ép chi tiết vào các chuẩn tỳ.

– **Sơ đồ d:**

Khả năng ổn định của chi tiết cao hơn nhưng thao tác khó khăn hơn.

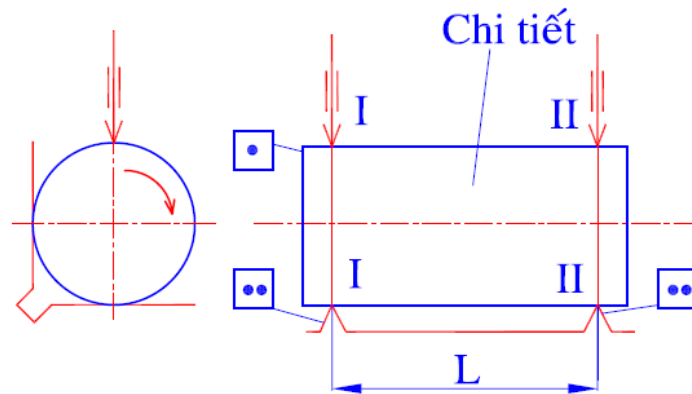


Hình 8.9. Sơ đồ nguyên lý của sơ đồ d

f. Đo độ trụ

Độ trụ được xác định thông qua việc đo hai đường kính tại hai tiết diện I-I và II-II cách nhau chiều dài chuẩn L.

Sơ đồ đo cơ bản:



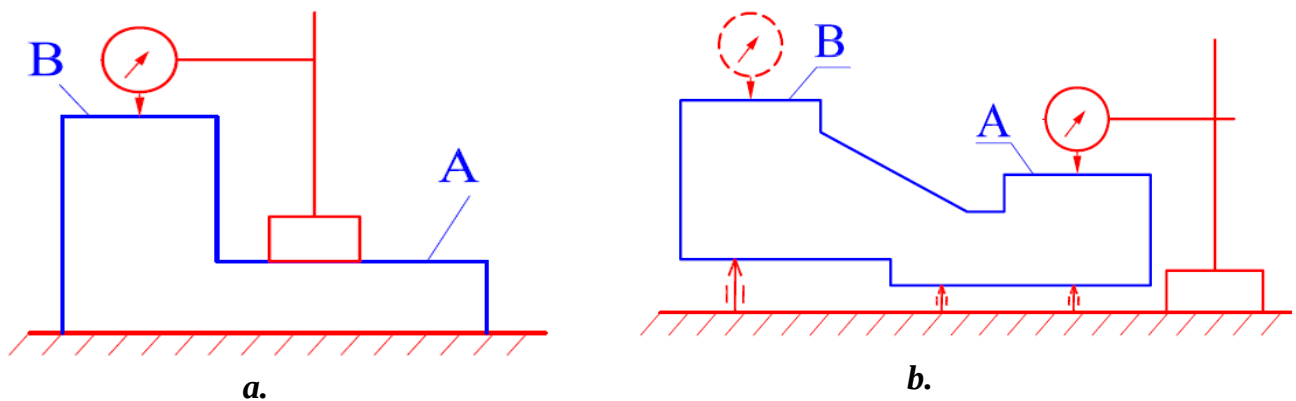
Hình 8.10. Sơ đồ nguyên lý đo độ trụ

4.2.1.2 Đo sai số vị trí tương quan giữa các bề mặt

a. Đo độ song song

– Độ song song giữa hai mặt phẳng

- + Sơ đồ a: Dùng khi mặt chuẩn A đủ lớn để đặt đồng hồ so;
- + Sơ đồ b: Dùng khi mặt chuẩn A nhỏ, phải sử dụng hệ thống vít nâng để điều chỉnh mặt A song song với mặt bàn máy.

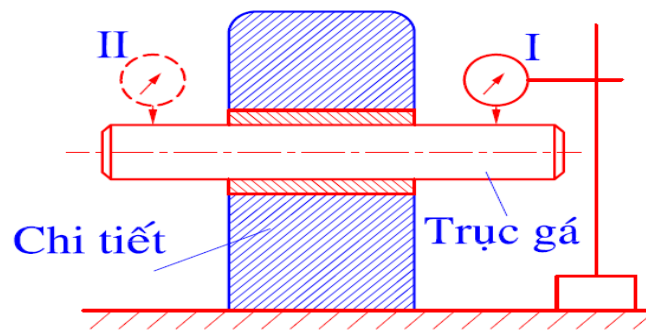


Hình 8.11. Sơ đồ nguyên lý đo độ song song giữa hai mặt phẳng

– Độ song song giữa đường tâm với mặt phẳng

Thường chọn mặt phẳng làm chuẩn để kiểm tra lỗ và chia ra 3 trường hợp sau:

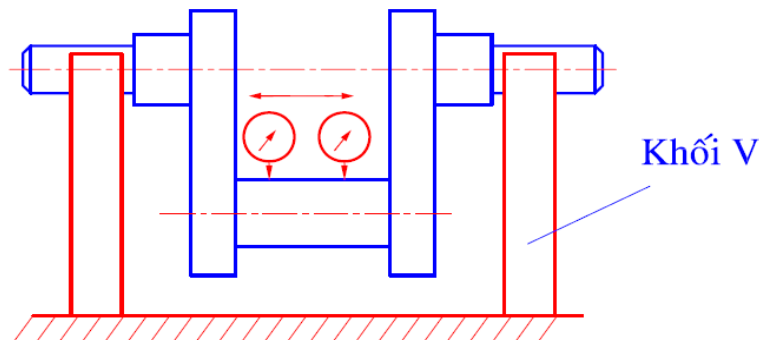
- + Nếu lỗ nhỏ, dùng trục gá lắp vào bề mặt lỗ để kiểm tra;
- + Khi mặt lỗ khá lớn, để không phải dùng trục gá quá lớn và nặng nề thì phải dùng thêm bạc lót;
- + Khi mặt lỗ đủ lớn, có thể đưa chuyển đổi đo vào và trực tiếp theo đường sinh lỗ.



Hình 8.12. Sơ đồ nguyên lý đo độ song song giữa đường tâm với mặt phẳng

– **Độ song song giữa hai đường tâm**

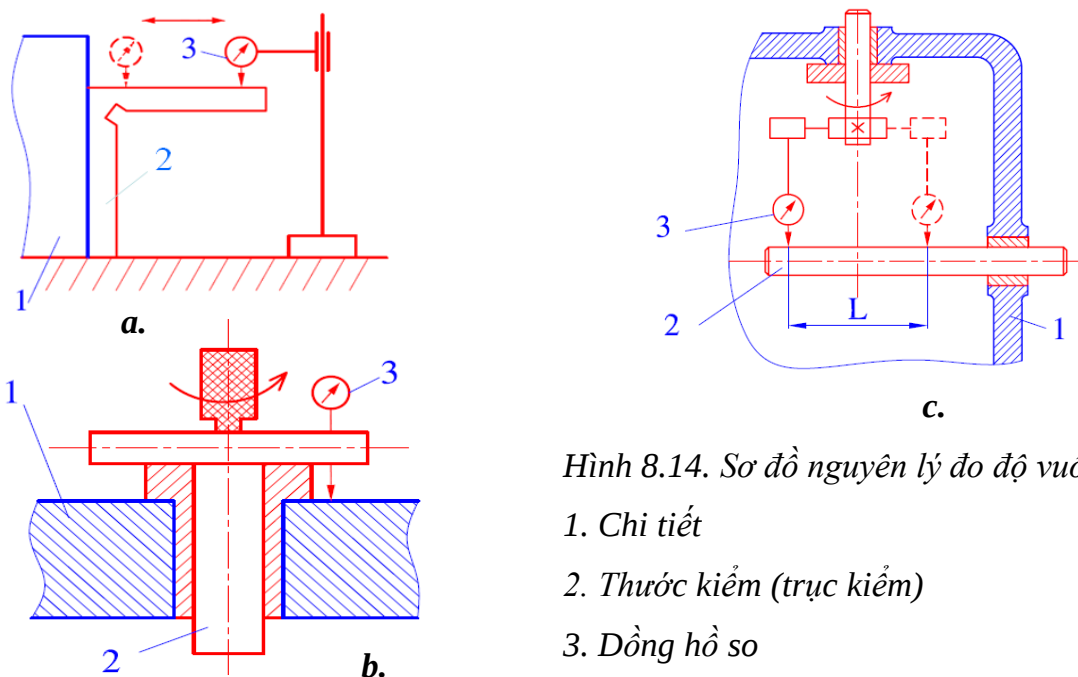
Kiểm tra độ song song của cổ biên trục khuỷu với trục chính.



Hình 8.13. Sơ đồ nguyên lý đo độ song song giữa hai đường tâm

– **Đo độ vuông góc**

- + Kiểm tra độ vuông góc giữa hai mặt phẳng (sơ đồ a);
- + Kiểm tra độ vuông góc giữa đường tâm lỗ và mặt phẳng (sơ đồ b);
- + Kiểm tra độ vuông góc giữa hai đường tâm lỗ (sơ đồ c).



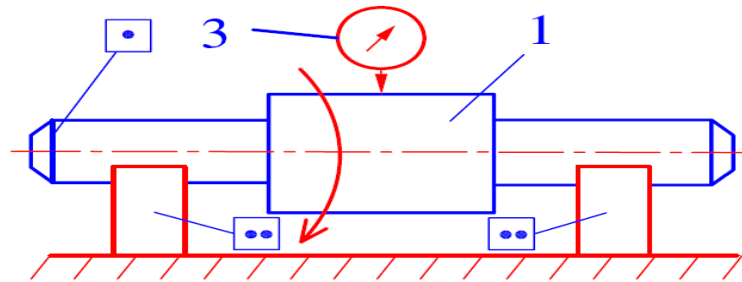
Hình 8.14. Sơ đồ nguyên lý đo độ vuông góc

1. Chi tiết
2. Thước kiểm (trục kiểm)
3. Đồng hồ so

– **Đo độ đảo**

+ **Đo độ đảo hướng kính**

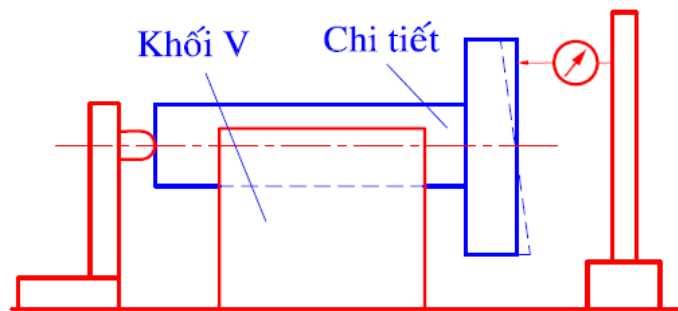
- Kiểm tra độ đảo hướng kính giữa hai mặt trụ ngoài trên hai khối V ngắn;
- Kiểm tra độ đảo hướng kính giữa mặt trụ ngoài và trong bằng trục gá côn (độ côn rất nhỏ $k = 1/500 \div 1/1000$);
- Kiểm tra độ đồng tâm của hai lỗ bằng trục gá và đồng hồ so.



Hình 8.15. Sơ đồ nguyên lý đo độ đảo hướng kính

+ **Đo độ đảo mặt đầu**

Sơ đồ đo độ đảo giữa mặt đầu với mặt trụ ngoài.

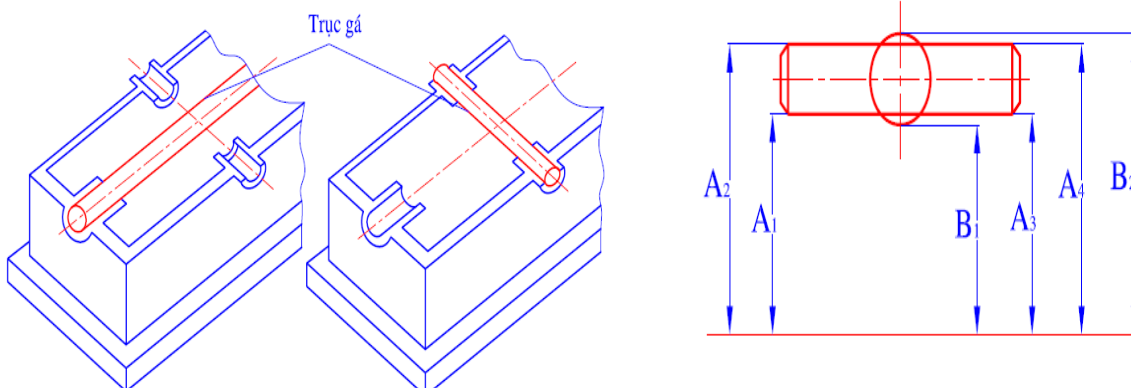


Hình 8.16. Sơ đồ nguyên lý đo độ đảo mặt đầu

+ **Đo độ giao nhau giữa các đường tâm**

Sơ đồ đo độ giao nhau giữa các đường tâm của lỗ.

$$\Delta = A - B = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + A_4}{4} - \frac{B_1 + B_2 + B_3 + B_4}{4}$$

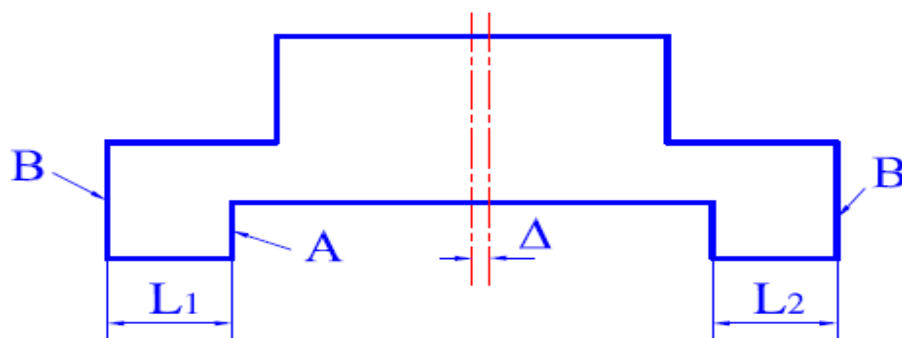


Hình 8.17. Sơ đồ nguyên lý đo độ giao nhau giữa các đường tâm

+ Đo độ đối xứng

Sơ đồ đo độ đối xứng của rãnh A so với hai bề mặt ngoài B.

$$\Delta = \frac{L_1 - L_2}{2}$$



Hình 8.18. Sơ đồ nguyên lý đo độ đối xứng

4.2.2 Các bước thực hiện

a. Chuẩn bị

- Các dụng cụ đo tổng hợp;
- Chi tiết đo;
- Giẻ lau;
- Phiếu đo.

b. Thực hiện đo và vẽ các chi tiết

- Kiểm tra độ chính xác của dụng cụ đo;
- Kiểm tra chi tiết đo;
- Xác định kích thước cần đo;
- Ghi kết quả vào phiếu đo;
- Vẽ các chi tiết đã đo;
- Hướng dẫn các bài thực hành, các bản vẽ và phiếu đo xem phụ lục 4.

Phụ lục 1: Dung sai lắp ghép bề mặt trơn

Bảng 5.1. Sai lệch giới hạn kích thước lỗ đối với kích thước đến 500mm

TCVN 2245-99 (theo μm)

Kích thước danh nghĩa (mm)		D				E			F				G		
Trên	Đến và bao gồm	8	9	10	11	7	8	9	7	8	9	10	5	6	7
-	3	+34 +20	+45 +20	+60 +20	+80 +20	+24 +14	+28 +14	+39 +14	+16 +6	+20 +6	+31 +6	+46 +6	+6 +2	+8 +2	+12 +2
3	6	+48 +30	+60 +30	78 +30	+105 +30	+32 +20	+38 +20	+50 +20	+22 +10	+28 +10	+40 +10	+86 +10	+9 +4	+12 +4	+16 +4
6	10	+62 +40	+76 +40	+98 +40	+130 +40	+40 +25	+47 +25	+61 +25	+28 +13	+35 +13	+49 +13	+71 +13	+11 +5	+14 +5	+20 +5
10	18	+77 +50	+93 +50	+120 +50	+160 +50	+50 +32	+59 +32	+75 +32	+34 +16	+43 +16	+59 +16	+86 +16	+14 +6	+17 +6	+24 +6
18	30	+98 +65	+117 +65	+149 +65	+195 +65	+61 +40	+73 +40	+92 +40	+41 +20	+53 +20	+72 +20	+104 +20	+16 +7	+20 +7	+28 +7
30	50	+119 +80	+142 +80	+180 +80	+240 +80	+75 +50	+89 +50	+112 +50	+50 +25	+64 +25	+87 +25	+125 +25	+20 +9	+25 +9	+34 +9
50	80	+146 100	+174 +100	+220 +100	+290 +100	+90 +60	+106 +60	+134 +60	+60 +30	+76 +30	+104 +30		+23 +10	+29 +10	+40 +10
80	120	+174 +120	+207 +120	+260 +120	+340 +120	+107 +72	+126 +72	+159 +72	+71 +36	+90 +36	+123 +36		+27 +12	+34 +12	+47 +12
120	180	+208 +145	+245 +145	+305 +145	+395 +145	+125 +85	+148 +85	+185 +85	+83 +43	+106 +43	+143 +43		+32 +14	+39 +14	+54 +14
180	250	+242 +170	+285 +170	+355 +170	+460 +170	+146 +100	+172 +100	+215 +100	+96 +50	+122 +50	+165 +50		+35 +15	+44 +15	+61 +15
250	315	+271 +190	+320 +190	+400 +190	+510 +190	+162 +110	+191 +110	+240 +110	+108 +56	+173 +56	+186 +56		+40 +17	+49 +17	+69 +17
315	400	+299 +210	+350 +210	+440 +210	+570 +210	+182 +125	+214 +125	+265 +125	+119 +62	+151 +62	+202 +62		+43 +18	+54 +18	+75 +18
400	500	+327 +230	+385 +230	+480 +230	+630 +230	+198 +135	+232 +135	+290 +135	+113 +68	+165 +68	+223 +68		+47 +20	+60 +20	+83 +20

Bảng 5.1. Sai lệch giới hạn kích thước lỗ đối với kích thước đến 500mm

TCVN 2245-99 (theo μm) (tt)

Kích thước danh nghĩa (mm)		H																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 ^{b)}	15 ^{b)}	16 ^{b)}	17 ^{b)}
Trên	Đến và bao gồm	Sai lệch																
		μm											mm					
	3 ^{b)}	+0,8 0	+1,2 0	+2 0	+3 0	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+60 0	+0,1 0	+0,14 0	+0,25 0	+0,4 0	+0,6 0	+1 0
3	6	+1 0	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0	+75 0	+0,12 0	+0,18 0	+0,3 0	+0,48 0	+0,75 0	+1,2 0
6	10	+1 0	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+6 0	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0	+90 0	+0,15 0	+0,22 0	+0,36 0	+0,58 0	+0,9 0	+1,5 0
10	18	+1,2 0	+2 0	+3 0	+5 0	+8 0	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0	+110 0	+0,18 0	+0,27 0	+0,43 0	+0,7 0	+1,1 0	+1,8 0
18	30	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+6 0	+9 0	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	+84 0	+130 0	+0,21 0	+0,33 0	+0,52 0	+0,84 0	+1,3 0	+2,1 0
30	50	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+7 0	+11 0	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	+100 0	+160 0	+0,25 0	+0,39 0	+0,62 0	+1 0	+1,6 0	+2,5 0
50	80	+2 0	+3 0	+5 0	+8 0	+13 0	+19 0	+30 0	+46 0	+74 0	+120 0	+190 0	+0,3 0	+0,46 0	+0,74 0	+1,2 0	+1,9 0	+3 0
80	120	+2,5 0	+4 0	+6 0	+10 0	+15 0	+22 0	+35 0	+54 0	+87 0	+140 0	+220 0	+0,35 0	+0,54 0	+0,87 0	+1,4 0	+2,2 0	+3,5 0
120	180	+3,5 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0	+0,4 0	+0,63 0	+1 0	+1,6 0	+2,5 0	+4 0
180	250	+4,5 0	+7 0	+10 0	+14 0	+20 0	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0	+0,46 0	+0,72 0	+1,15 0	+1,85 0	+2,9 0	+4,6 0
220	315	+6 0	+8 0	+12 0	+16 0	+23 0	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	+210 0	+320 0	+0,52 0	+0,81 0	+1,3 0	+2,1 0	+3,2 0	+5,2 0
315	400	+7 0	+9 0	+13 0	+18 0	+25 0	+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	+230 0	+360 0	+0,57 0	+0,89 0	+1,4 0	+2,3 0	+3,6 0	+5,7 0
400	500	+8 0	+10 0	+15 0	+20 0	+27 0	+40 0	+63 0	+97 0	+156 0	+250 0	+400 0	+0,63 0	+0,97 0	+1,55 0	+2,5 0	+4 0	+6,3 0

Bảng 5.1. Sai lệch giới hạn kích thước lỗ đối với kích thước đến 500mm

TCVN 2245-99 (theo μm) (tt)

Kích thước danh nghĩa (mm)		Js						K			M			N			
Trên	Đến và bao gồm	5	6	7	8	9	10	5	6	7	6	7	8	6	7	8	9 ^{b)}
-	3	± 2	± 3	± 5	± 7	$\pm 12,5$	± 20	0 -4	0 -6	0 -10	-2 -8	-2 -12	-2 -16	-4 -10	-4 -14	-4 -18	-4 -29
3	6	$\pm 2,5$	± 4	± 6	± 9	± 15	± 24	0 -5	+2 -6	+3 -9	-1 -9	0 -12	+2 -16	-5 -13	-4 -16	-2 -20	0 -30
6	10	± 3	$\pm 4,5$	$\pm 7,5$	± 11	± 18	± 29	+1 -5	+2 -7	+5 -10	-3 -12	0 -15	+1 -21	-7 -16	-4 -19	-3 -25	0 -36
10	18	± 4	$\pm 5,5$	± 9	$\pm 13,5$	$\pm 21,5$	± 35	+2 -6	+2 -9	+6 -12	-4 -15	0 -18	+2 -25	-9 -20	-5 -25	-3 -30	0 -43
18	30	$\pm 4,5$	$\pm 6,5$	$\pm 10,5$	$\pm 16,5$	± 26	± 42	+1 -8	+2 -11	+6 -15	-4 -17	0 -21	+4 -29	-11 -24	-7 -28	-3 -36	0 -52
30	50	$\pm 5,5$	± 8	$\pm 12,5$	$\pm 19,5$	± 31	± 50	+2 -9	+3 -13	+7 -18	-4 -20	0 -25	+5 -34	-12 -28	-8 -33	-3 -42	0 -62
50	80	$\pm 6,5$	$\pm 9,5$	± 15	± 23	± 37	± 60	+3 -10	+4 -15	+9 -21	-5 -24	0 -30	+5 -41	-14 -33	-9 -39	-4 -50	0 -74
80	120	$\pm 7,5$	± 11	$\pm 17,5$	± 27	$\pm 43,5$	± 70	+2 -13	+4 -18	+10 -25	-6 -28	0 -35	+6 -48	-16 -38	-10 -45	-4 -58	0 -87
120	180	± 9	$\pm 12,5$	± 20	$\pm 31,5$	± 50	± 80	+3 -15	+4 -21	+12 -28	-8 -33	0 -40	+8 -55	-20 -45	-12 -52	-4 -67	0 -100
180	250	± 10	$\pm 14,5$	± 23	± 36	$\pm 57,5$	$\pm 92,5$	+2 -18	+5 -24	+13 -33	-8 -37	0 -46	+9 -63	-22 -51	-14 -60	-5 -77	0 -115
250	315	$\pm 11,5$	± 16	± 26	$\pm 40,5$	± 65	± 105	+3 -20	+5 -27	+16 -36	-9 -41	0 -52	+9 -72	-25 -57	-14 -66	-5 -86	0 -130
315	400	$\pm 12,5$	± 18	$\pm 28,5$	$\pm 44,5$	± 70	± 115	+3 -22	+7 -29	+17 -40	-10 -46	0 -57	+11 -78	-26 -62	-16 -73	-5 -94	0 -140
400	500	$\pm 13,5$	± 20	$\pm 31,5$	$\pm 48,5$	$\pm 77,5$	± 125	+2 -25	+8 -32	+18 -45	-10 -50	0 -63	+11 -86	-27 -67	-17 -80	-6 -103	0 -155

Bảng 5.1. Sai lệch giới hạn kích thước lỗ đối với kích thước đến 500mm

TCVN 2245-99 (theo μm) (tt)

Kích thước danh nghĩa (mm)		P			R	S	T	U
Trên	Đến và bao gồm	6	7	9	7	7	7	8
-	3	-6 -12	-6 -16	-6 -31	-10 -20	-14 -24		-18 -32
3	6	-9 -17	-8 -20	-12 -42	-11 -23	-15 -27		-23 -41
6	10	-12 -21	-9 -24	-15 -51	-13 -28	-17 -32		-28 -50
10	18	-15 -26	-11 -29	-18 -61	-16 -34	-21 -39		-33 -60
18	24	-18 -31	-14 -35	-22 -74	-20 -41	-27 -48		-41 -74
24	30	-18 -31	-14 -35	-22 -74	-20 -41	-27 -48	-33 -54	-48 -81
30	40	-21 -37	-17 -42	-26 -88	-25 -50	-34 -59	-39 -64	-60 -99
40	50						-45 -70	-70 -109
50	65	-26 -45	-21 -51	-32 -106	-30 -60	-42 -72	-55 -85	-87 -133
65	80				-32 -62	-48 -78	-64 -94	-102 -148
80	100	-30 -52	-24 -59	-37 -124	-38 -73	-58 -93	-78 -113	-124 -178
100	120				-41 -76	-66 -101	-91 -126	-144 -198
120	140	-36 -61	-28 -68	-43 -143	-48 -88	-77 -117	-107 -147	-170 -233
140	160				-50 -90	-85 -125	-119 -159	-190 -253
160	180				-53 -93	-93 -133	-131 -171	-210 -273
180	220	-41 -70	-33 -79	-50 -165	-60 -106	-105 -151	-149 -195	-236 -308
200	225				-63 -109	-113 -159	-163 -209	-258 -300
225	250				-67 -133	-123 -169	-179 -225	-284 -356
250	280	-47 -79	-36 -88	-56 -186	-74 -126	-138 -190	-198 -250	-315 -396
280	315				-78 -130	-150 -202	-220 -272	-350 -431
315	355	-51 -87	-41 98	-62 -202	-87 -144	-169 -226	-247 -304	-390 -479
355	400				-93 -150	-187 -244	-273 -330	-435 -524
400	450	-55 -95	-45 -108	-68 -223	-103 -166	-209 -272	-307 -370	-490 -578
450	500				-109 -172	-229 -292	-337 -400	-540 -637

Phụ lục 1: Dung sai lắp ghép bề mặt trơn

Bảng 5.2. Sai lệch giới hạn kích thước trục đối với kích thước đến 500mm

TCVN 2245-99 (theo μm)

Kích thước danh nghĩa (mm)		d					e			f				g			
Trên	Đến và bao gồm	7	8	9	10	11	7	8	9	6	7	8	9	4	5	6	7
-	3	-20 -30	-20 -34	-20 -45	-20 -60	-20 -80	-14 -24	-14 -28	-14 -39	-6 -12	-6 -16	-6 -20	-6 -31	-2 -5	-2 -6	-2 -8	-2 -12
3	6	-30 -42	-30 -48	-30 -60	-30 -78	-30 -105	-20 -32	-20 -38	-20 -50	-10 -18	-10 -22	-10 -28	-10 -40	-4 -8	-4 -9	-4 -12	-4 -16
6	10	-40 -55	-40 -62	-40 -76	-40 -98	-40 -130	-25 -40	-25 -47	-25 -61	-13 -22	-13 -28	-13 -35	-13 -49	-5 -9	-5 -11	-5 -14	-5 -20
10	18	-50 -68	-50 -77	-50 -93	-50 -120	-50 -160	-32 -50	-32 -59	-32 -75	-16 -27	-16 -34	-16 -43	-16 -59	-6 -11	-6 -14	-6 -17	-6 -24
18	30	-65 -86	-65 -98	-65 -117	-65 -149	-60 -195	-40 -61	-40 -73	-40 -92	-20 -33	-20 -41	-20 -53	-20 -72	-7 -13	-7 -16	-7 -20	-7 -28
30	50	-80 -105	-80 -119	-80 -142	-80 -180	-80 -240	-50 -75	-50 -89	-50 -112	-25 -41	-25 -50	-25 -64	-25 -87	-9 -16	-9 -20	-9 -25	-9 -34
50	80	-100 -130	-100 -146	-100 -174	-100 -220	-100 -290	-60 -90	-60 -106	-60 -134	-30 -49	-30 -60	-30 -76	-30 -104	-10 -18	-10 -23	-10 -29	-10 -40
80	120	-120 -155	-120 -174	-120 -207	-120 -260	-120 -340	-72 -107	-72 -126	-72 -159	-36 -58	-36 -71	-36 -90	-36 -123	-12 -22	-12 -27	-12 -34	-12 -47
120	180	-145 -185	-145 -208	-145 -245	-145 -305	-145 -395	-85 -125	-85 -148	-85 -185	-43 -68	-43 -83	-43 -106	-43 -143	-14 -26	-14 -32	-14 -39	-14 -54
180	250	-170 -216	-170 -242	-170 -285	-170 -355	-170 -460	-100 -146	-100 -172	-100 -215	-50 -79	-50 -96	-50 -122	-50 -165	-15 -29	-15 -35	-15 -44	-15 -61
250	315	-190 -242	-190 -271	-190 -320	-190 -400	-190 -510	-110 -162	-110 -191	-110 -240	-56 -88	-56 -108	-56 -137	-56 -186	-17 -33	-17 -40	-17 -49	-17 -69
315	400	-210 -267	-210 -299	-210 -350	-210 -440	-210 -570	-125 -182	-125 -214	-125 -265	-62 -98	-62 -119	-62 -151	-62 -202	-18 -36	-18 -43	-18 -54	-18 -75
400	500	-230 -293	-230 -327	-230 -385	-230 -480	-230 -630	-135 -198	-135 -232	-135 -290	-68 -108	-68 -131	-68 -165	-68 -223	-20 -40	-20 -47	-20 -60	-20 -83

Bảng 5.2. Sai lệch giới hạn kích thước trục đối với kích thước đến 500mm
TCVN 2245-99 (theo μm) (tt)

Kích thước danh nghĩa (mm)		h																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 ¹⁾	15 ¹⁾	16 ¹⁾	17 ¹⁾
Trên	Đến và bao gồm	Sai lệch																
		μm											mm					
-	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-0,8	-1,2	-2	-3	-4	-6	-10	-14	-25	-40	-60	0,1	-0,14	-0,25	-0,4	-0,6	-1
3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-1	-1,5	-2,5	-4	-5	-8	-12	-18	-30	-48	-75	0,12	-0,18	-0,3	-0,48	-0,75	-1,2
6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-1	-1,5	-2,5	-4	-6	-9	-15	-22	-36	-58	-90	0,15	-0,22	-0,36	-0,58	-0,9	-1,5
10	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-1,2	-2	-3	-5	-8	-11	-18	-27	-43	-70	-110	0,18	-0,27	-0,43	-0,7	-1,1	-1,8
18	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-1,5	-2,5	-4	-6	-9	-13	-21	-33	-52	-84	-130	0,21	-0,33	-0,52	-0,84	-1,3	-2,1
30	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-1,5	-2,5	-4	-7	-11	-16	-25	-39	-62	-100	-160	0,25	-0,39	-0,62	-1	-1,6	-2,5
50	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-2	-3	-5	-8	-13	-19	-30	-46	-74	-120	-190	0,3	-0,46	-0,74	-1,2	-1,9	-3
80	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-2,5	-4	-6	-10	-15	-22	-35	-54	-87	-140	-220	0,35	-0,54	-0,87	-1,4	-2,2	-3,5
120	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-3,5	-5	-8	-12	-18	-25	-40	-63	-100	-160	-250	0,40	-0,63	-1	-1,6	-2,5	-4
180	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-4,5	-7	-10	-14	-20	-29	-46	-72	-115	-185	-290	0,46	-0,72	-1,15	-1,85	-2,9	-4,6
250	315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-6	-8	-12	-16	-23	-32	-52	-81	-130	-210	-320	0,52	-0,81	-1,3	-2,1	-3,2	-5,2
315	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-7	-9	-13	-18	-25	-36	-57	-89	-140	-230	-360	0,57	-0,89	-1,4	-2,3	-3,6	-5,7
400	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-8	-10	-15	-20	-27	-40	-63	-97	-155	-250	-400	0,63	-0,97	-1,55	-2,5	-4	-6,3

Bảng 5.2. Sai lệch giới hạn kích thước trục đối với kích thước đến 500mm

TCVN 2245-99 (theo μm) (tt)

Kích thước danh nghĩa (mm)		j_s				k				m				n			
Trên	Đến và bao gồm	4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	7
-	3	$\pm 1,5$	± 2	± 3	± 5	+3 0	+4 0	+6 0	+10 0	+5 +2	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+7 +4	+8 +4	+10 +4	+14 +4
3	6	± 2	$\pm 2,5$	± 4	± 6	+5 +1	+6 +1	+9 +1	+13 +1	+8 +4	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+12 +8	+13 +8	+16 +8	+20 +8
6	10	± 2	± 3	$\pm 4,5$	$\pm 7,5$	+5 +1	+7 +1	+10 +1	+16 +1	+10 +6	+12 +6	+15 +6	+21 +6	+14 +10	+16 +10	+19 +10	+25 +10
10	18	$\pm 2,5$	± 4	$\pm 5,5$	± 9	+6 +1	+9 +1	+12 +1	+19 +1	+12 +7	+15 +7	+18 +7	+25 +7	+17 +12	+20 +12	+23 +12	+30 +12
18	30	± 3	$\pm 4,5$	$\pm 6,5$	$\pm 10,5$	+8 +2	+12 +2	+15 +2	+23 +2	+14 +8	+17 +8	+21 +8	+29 +8	+21 +15	+24 +15	+28 +15	+36 +15
30	50	$\pm 3,5$	$\pm 5,5$	± 8	$\pm 12,5$	+9 +2	+13 +2	+18 +2	+27 +2	+16 +9	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+21 +17	+28 +17	+33 +17	+42 +17
50	80	± 4	$\pm 6,5$	$\pm 9,5$	± 15	+10 +2	+15 +2	+21 +2	+32 +2	+19 +11	+24 +11	+30 +11	+41 +11	+28 +20	+33 +20	+39 +20	+50 +20
80	120	± 6	$\pm 7,5$	± 11	$\pm 17,5$	+13 +3	+18 +3	+25 +3	+38 +3	+23 +13	+28 +13	+35 +13	+48 +13	+33 +23	+38 +23	+45 +23	+58 +23
120	180	± 6	± 9	$\pm 12,5$	± 20	+15 +3	+21 +3	+28 +3	+43 +3	+27 +15	+33 +15	+40 +15	+55 +15	+39 +27	+45 +27	+52 +27	+67 +27
180	250	± 7	± 10	$\pm 14,5$	± 23	+18 +4	+24 +4	+33 +4	+50 +4	+31 +17	+37 +17	+46 +17	+63 +17	+45 +31	+51 +31	+60 +31	+77 +31
250	315	± 8	$\pm 11,5$	± 16	± 26	+20 +4	+27 +4	+36 +4	+56 +4	+36 +20	+43 +20	+52 +20	+72 +20	+50 +34	+57 +34	+66 +34	+86 +34
315	400	± 9	$\pm 12,5$	± 18	$\pm 28,5$	+22 +4	+29 +4	+40 +4	+61 +4	+39 +21	+46 +21	+57 +21	+78 +21	+55 +37	+62 +37	+73 +37	+97 +37
400	500	± 10	$\pm 13,5$	± 20	$\pm 31,5$	+25 +5	+32 +5	+45 +5	+68 +5	+43 +23	+50 +23	+63 +23	+86 +23	+60 +40	+67 +40	+80 +40	+103 +40

Bảng 5.2. Sai lệch giới hạn kích thước trục đối với kích thước đến 500mm

TCVN 2245-99 (theo μm) (tt)

Kích thước danh nghĩa (mm)		P			r			s		
Trên	Đến và bao gồm	5	6	7	5	6	7	5	6	7
-	3	+10 +6	+12 +6	+16 +6	+14 +10	+16 +10	+20 +10	+18 +14	+20 +14	+24 +14
3	6	+17 +12	+20 +12	+24 +12	+20 +15	+23 +15	+27 +15	+24 +19	+27 +19	+31 +19
6	10	+21 +15	+24 +15	+30 +15	+25 +19	+28 +19	+34 +19	+29 +23	+32 +23	+28 +23
10	18	+26 +18	+29 +18	+36 +18	+31 +23	+34 +23	+41 +23	+36 +28	+39 +28	+46 +28
18	30	+31 +22	+35 +22	+43 +22	+37 +28	+41 +28	+49 +28	+44 +35	+48 +35	+56 +35
30	50	+37 +26	+42 +26	+51 +26	+45 +34	+50 +34	+59 +34	+54 +43	+59 +43	+68 +43
50	65	+45 +32	+51 +32	+62 +32	+54 +41	+60 +41	+71 +41	+66 +53	+72 +53	+83 +53
65	80				+56 +43	+62 +43	+73 +43	+72 +59	+78 +59	+89 59
80	100	+52 +37	+59 +37	+72 +37	+66 +51	+73 +51	+86 +51	+86 +71	+93 +71	+106 +71
100	120				+69 +54	+76 +54	+89 +54	+94 +79	+101 +79	+114 +79
120	140	+61 +43	+68 +43	+83 +43	+81 +63	+88 +63	+103 +63	+110 +92	+117 +92	+132 +92
140	160				+83 +65	+90 +65	+105 +65	+118 +100	+125 +100	+140 +100
160	180				+86 +68	+93 +68	+108 +68	+126 +108	+133 +108	+148 +108
180	200	+70 +50	+79 +50	+96 +50	+97 +77	+106 +77	+123 +77	+142 +122	+151 +122	+162 +122
200	225				+100 +80	+109 +80	+126 +80	+150 +130	+159 +130	+176 +130
225	250				+104 +84	+113 +84	+130 +84	+160 +140	+169 +140	+186 +140
250	280	+79 +56	+88 +56	+108 +56	+117 +94	+126 +94	+146 +94	+181 +158	+190 +158	+210 +158
280	315				+121 +98	+130 +98	+150 +98	+193 +170	+202 +170	+222 +170
315	355	+87 +62	+98 +62	+119 +62	+133 +108	+144 +108	+165 +108	+215 +190	+226 +190	+247 +190
355	400				+139 +114	+150 +144	+171 +114	+233 +208	+244 +208	+265 +208
400	450	+95 +68	+108 +68	+131 +68	+153 +126	+166 +126	+198 +126	+259 +232	+272 +232	+295 +232
450	500				+159 +132	+172 +132	+195 +132	+279 +252	+292 +252	+315 +252

Phụ lục 2: Dung sai hình dạng và vị trí các bề mặt

Bảng 5.3. Dung sai độ thẳng và độ phẳng TCVN 384-93

Khoảng kích thước danh nghĩa (mm)	Cấp chính xác							
	3	4	5	6	7	8	9	10
	μm							
Đến 10	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16
Trên 10 đến 16	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20
> 16 – 25	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25
> 25 – 40	1,2	2	3	5	8	12	20	30
> 40 – 63	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40
> 63 – 100	2	3	5	8	12	20	30	50
> 100 – 160	2,5	4	6	10	16	25	40	60
> 160 – 250	3	5	8	12	20	30	50	80
> 250 – 400	4	6	10	16	25	40	60	100
> 400 – 630	5	8	12	20	30	50	80	120
> 630 – 1000	6	10	16	25	40	60	100	160
> 1000 – 1600	8	12	20	30	50	80	120	200
> 1600 – 2500	10	16	25	40	60	100	160	250
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 5.4. Dung sai độ trụ, độ tròn và pôfin mặt cắt dọc trục TCVN 384-93

Khoảng kích thước danh nghĩa (mm)	Cấp chính xác							
	3	4	5	6	7	8	9	10
Đến 3	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20
Trên 3 đến 10	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25
" 10 " 18	1,2	2	3	5	8	12	20	30
" 18 " 30	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40
" 30 " 50	2	3	5	8	12	20	30	50
" 50 " 120	2,5	4	6	10	16	25	40	60
" 120 " 250	3	5	8	12	20	30	50	80
" 250 " 400	4	6	10	16	25	40	60	100
" 400 " 630	5	8	12	20	30	50	80	120
" 630 " 1000	6	10	16	25	40	60	100	160
" 1000 " 1600	8	12	20	30	50	80	120	200
" 1600 " 2500	10	16	25	40	60	100	160	250
Chú thích : Đường kính danh nghĩa bề mặt được lấy làm kích thước danh nghĩa.								

Bảng 5.5. Dung sai độ song song, độ vuông góc, độ nghiêng,
độ đảo mặt đầu và mặt đầu toàn phần TCVN 384-93

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

Chú thích : Chiều dài danh nghĩa của phần chuẩn hoặc chiều dài danh nghĩa của tất cả bề mặt khảo sát (đối với độ song song – là chiều dài danh nghĩa của chiều lớn) được coi là kích thước danh nghĩa.

Bảng 5.6. 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							
	3	4	5	6	7	8	9	10
	μm							
Đến 3	2	3	5	8	12	20	30	50
Trên 3 đến 10	2,5	4	6	10	16	25	40	60
> 10 – 18	3	5	8	12	20	30	50	80
> 18 – 30	4	6	10	16	25	40	60	100
> 30 – 50	5	8	12	20	30	50	80	120
> 50 – 120	6	10	16	25	40	60	100	160
> 120 – 250	8	12	20	30	50	80	120	200
> 250 – 400	10	16	25	40	60	100	160	250
> 400 – 630	12	20	30	50	80	120	200	300
> 630 – 1000	16	25	40	60	100	160	250	400
> 1000 – 1600	20	30	50	80	120	200	300	500
> 1600 – 2500	25	40	60	100	160	250	400	600

Chú thích : đối với độ đảo thì đường kính danh nghĩa của bề mặt khảo sát được lấy làm kích thước danh nghĩa. Đối với độ đồng trục, độ đối xứng, độ giao trục thì đường kính của bề mặt quay khảo sát hoặc kích thước danh nghĩa giữa các bề mặt tạo phần tử đối xứng được lấy làm kích thước danh nghĩa.

Phụ lục 3: Một số bảng tra khác

Bảng 5.7. Trị số độ nhám

Cấp độ nhám	Phân cấp	Ra (μm)	Rz (μm)	Cấp độ nhám	Phân cấp	Ra (μm)	Rz (μm)
1	a		320	8	a	0,63	
	b		250		b	0,50	
	c		200		c	0,40	
2	a		160	9	a	0,32	
	b		125		b	0,25	
	c		100		c	0,20	
3	a		80	10	a	0,16	
	b		63		b	0,125	
	c		50		c	0,10	
4	a		40	11	a	0,08	
	b		32		b	0,063	
	c		25		c	0,05	
5	a	5,0	20	12	a	0,04	
	b	4,0	16		b	0,032	
	c	3,2	12,5		c	0,025	
6	a	2,5		13	a		0,10
	b	2,0			b		0,08
	c	1,6			c		0,063
7	a	1,25		14	a		0,05
	b	1,0			b		0,04
	c	0,8			c		0,032

Bảng 5.9. Nhám bề mặt và cấp chính xác ứng với các dạng gia công bề mặt chi tiết

Dạng gia công		Giá trị thông số $R_a (\mu m)$	Cấp chính xác	
			Kinh tế	Đạt được
1	2	3	4	5
Bào	Thô	12,5*-25	IT12-IT14	-
	Tinh	3,2*-6,3	IT11-IT13 (10)	-
	Tinh mỏng	(0,8)-1,6	IT8-IT10	IT7**
Xọc	Thô	25-50	IT14-IT15	-
	Tinh	3,2*-12,5	IT12-IT13	-
Phay bằng dao phay trụ	Thô	2,5-5,0	IT12-IT14	-
	Tinh	3,2*-6,3	IT11	-
	Tinh mỏng	1,6	IT8, IT9	IT6, IT7**
Phay bằng dao phay mặt đầu	Thô	6,3-12,5	IT12-IT14	-
	Tinh	3,2 *-6,3 (1,6)	IT11	IT10
	Tinh mỏng	(0,8)-1,6	IT8, IT9	IT6, IT7**
Tiện ngoài chạy dao dọc	Thô	25-100	IT15-IT17	-
	Bán tinh	6,3-12,5	IT12-IT14	-
	Tinh	1,6-3,2 (0,8)	IT7-IT9	IT6
	Tinh mỏng (dao kim cương)	0,4*-0,8 (0,2)	IT6	IT5
Tiện ngoài chạy dao ngang	Thô	25-100	IT16, IT17	-
	Bán tinh	6,3-12,5	IT14, IT15	-
	Tinh	3,2*	IT11-IT13	IT8, IT9
	Tinh mỏng	(0,8)-1,6	IT8-IT11	IT7
Khoan	Đến 15mm	6,3-12,5*	IT12-IT14	IT10
	Trên 15mm	12,5-25*	IT12-IT14	IT10
Khoan rộng		12,5-25*	IT12-IT14	IT10, IT11
Khoét	Thô	12,5-25	IT12-IT15	-
	Tinh	3,2*-6,3	IT10, IT11	IT8, IT9
Doa bằng dao doa 1 lưỡi	Thô	50-100	IT15-IT17	-
	Bán tinh	12,5-25	IT12-IT14	-
	Tinh	1,6*-3,2	IT8-IT9	IT7
	Tinh mỏng (dao kim cương)	0,4*-0,8	IT7	IT6
Doa bằng dao nhiều lưỡi	Bán tinh	6,3-2,5	IT9, IT10	-
	Tinh	1,6-3,2	IT7, IT8	-
	Tinh mỏng	(0,4)-0,8	IT7	-
Chuốt	Bán tinh	6,3	IT8, IT9	-
	Tinh	0,8*-3,2	IT7, IT8	-
	Đặc biệt	0,2-0,4	IT7	IT6
Mài tròn	Bán tinh	3,2-6,3	IT8-IT11	-
	Tinh	0,8*-1,6	IT6-IT8	IT6
	Tinh mỏng	0,2*-0,4 (0,1)	IT5	Cao hơn IT5
Mài phẳng	Bán tinh	3,2	IT8-IT11	-
	Tinh	0,8 *-1,6	IT6-IT8	-
	Tinh mỏng	0,2*-0,4 (0,1)	IT6, IT7	IT6
Mài rà	Tinh	0,4-0,2	IT6, IT7	-
	Tinh mỏng	0,1-0,6	IT5	-

Đánh bóng	Thường Tinh	0,2-1,6 0,05-0,1	IT6 IT5	- -
Nghiền bóng	Thô Trung bình Tinh Đặc biệt	0,4* 0,1-0,2* 0,05* 0,012-0,025	IT6, IT7 IT5, IT6 IT5	IT5 IT5 Cao hơn IT5 -
Mài khôn	Phẳng Trụ	0,1-0,4* 0,05-0,2*	IT7, IT8 IT6, IT7	IT6 -
Mài siêu tinh	Phẳng Trụ	0,2*-0,4 (0,05) 0,1*-0,4*(0,05)	IT5 và chính xác hơn	-
Mài ren		1,6*-3,2	4-6	-
Cán ren bằng con lăn cán		0,4-0,8	6-8	4
Gia công răng bánh răng	Bào	3,2*-6,3 (1,6)	7-10	-
	Phay	(1,6)-3,2*	7-10	-
	Mài	0,4*-0,8	5, 6	-
	Cà	0,8*-1,6 (0,4)	5, 6	-

Chú thích: * Giá trị hợp lý của Ra đối với dạng gia công đã cho.

* * Độ chính xác kinh tế đối với gang.

Trong ngoặc là giá trị giới hạn đạt được của Ra

Bảng 5.10. Bảng chuyển đổi cho các lớp độ nhám các giá trị Ra và Rz (gần đúng)

Bảng chuyển đổi cho các lớp độ nhám Giá trị N, Ra và Rz (gần đúng)										
Giá trị [μm]	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
Ra	0,025	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5
Rz	0,22...0,3	0,45...0,6	0,8...1,1	1,0...1,8	1,6...2,8	3,0...4,8	5,9...8,0	12...16	23...32	46...57
Rt	0,24...0,4	0,49...0,8	0,85...1,45	1,1...2,4	1,75...3,6	3,2...6,0	6,3...10,0	13...19,5	25...38	48...68
Tỷ lệ Rz/Ra	9 : 1 bis 12 : 1	9 : 1 bis 12 : 1	8 : 1 bis 11 : 1	5 : 1 bis 9 : 1	4 : 1 bis 7 : 1	3,8 : 1 bis 6 : 1	3,7 : 1 bis 5 : 1	3,7 : 1 bis 5 : 1	3,7 : 1 bis 5 : 1	3,7 : 1 bis 4,6 : 1

Bảng 5.11. Bảng tra dung sai chung cho kích thước chiều dài, góc và bán kính

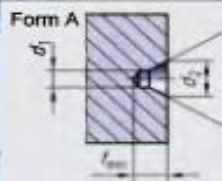
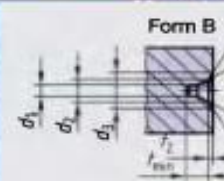
Các dung sai chung cho kích thước dài									theo DIN ISO 2768-1 (1991-06)				
Bậc dung sai	Sai lệch cho phép (mm) tại các kích thước danh nghĩa												
	Trên 0,5 đến 3	Trên 3 đến 6	Trên 6 đến 30	Trên 30 đến 120	Trên 120 đến 400	Trên 400 đến 1000	Trên 1000 đến 2000	Trên 2000 đến 4000					
f tinh	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5	-					
m trung bình	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2					
c thô	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2,0	± 3	± 4					
v rất thô	-	± 0,5	± 1	± 1,5	± 2,5	± 4	± 6	± 8					

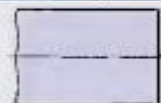
Các dung sai chung cho kích thước góc						theo DIN ISO 2768-1 (1991-06)				
Bậc dung sai	Sai lệch cho phép (độ-phút) tại mỗi phạm vi của kích thước danh nghĩa mm									
	Đến 10	Trên 10 đến 50	Trên 50 đến 120	Trên 120 đến 400	Lớn hơn 400					
f tinh	± 1°	± 0° 30'	± 0° 20'	± 0° 10'	± 0° 5'					
m trung bình	± 1°	± 0° 30'	± 0° 20'	± 0° 10'	± 0° 5'					
c thô	± 1° 30'	± 1°	± 0° 30'	± 0° 15'	± 0° 10'					
v rất thô	± 3°	± 2°	± 1°	± 0° 30'	± 0° 20'					

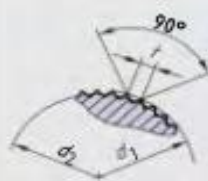
Các dung sai chung cho bán kính				vgl. DIN ISO 2768-1 (1991-04)				
Bậc dung sai	Sai lệch cho phép theo mm với các khoảng			Các dung sai chung luôn được áp dụng cho các kích thước mà không đưa ra lời chú thích. VD: Một chiều dài có kích thước theo DIN ISO 2768-m K (không cần thiết: trong đó K là dung sai chung cho hình dáng và vị trí)				
	0,5 đến 3	Trên 3 đến 6	Hơn 8					
f tinh	± 0,2	± 0,5	± 1					
m trung bình								
c thô	± 0,4	± 1	± 2					
v rất thô								

Các dung sai chung cho hình dạng và vị trí															theo DIN ISO 2768-1 (1991-04)				
Bậc dung sai	 Độ thẳng/Độ phẳng					 Dung sai trên mm cho Vuông góc					 Đối xứng				 Chạy				
	Tới 10	Trên 10 đến 30	Trên 30 đến 100	Trên 100 đến 300	Trên 300 đến 1000	Tới 100	Trên 100 đến 300	Trên 300 đến 1000	Trên 1000 đến 3000	Tới 100	Trên 100 đến 300	Trên 300 đến 1000	Trên 1000 đến 3000						
H	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5				0,1					
K	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,4	0,6	0,8	1	0,6				0,8	1	0,2			
L	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	0,6	1	1,5	2	0,6	1	1,5	2	0,5					

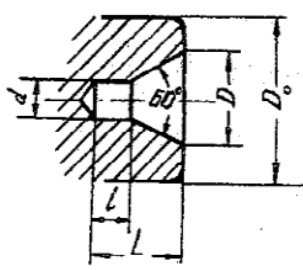
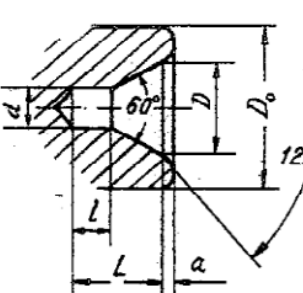
Bảng 5.12. Bảng tra lỗ khoan tâm và lẩn nhám

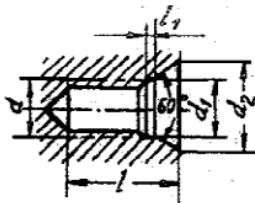
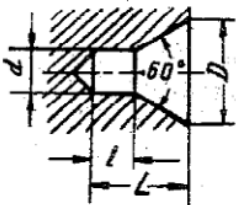
Lỗ trọng tâm			theo DIN 332-1 (1986-04)		
					
R: Vòm cong dần, không có mũi bảo vệ		A: Vòm thẳng, không có mũi bảo vệ		B: Vòm thẳng, mũi bảo vệ hình nón	
Kích thước của lỗ trọng tâm		Form dạng R và Dạng A		Form B	
d ₁	d ₂	t _{min}	d ₃	t _{min}	t ₂
1,0	2,12	1,9	3,15	2,2	0,3
1,6	3,35	2,9	5	3,4	0,5
2,0	4,25	3,7	6,3	4,3	0,6
2,5	5,3	4,6	8	5,4	0,8
3,15	6,7	5,8	10	6,8	0,9
4	8,5	7,4	12,5	8,6	1,2
5	10,6	9,2	16	10,8	1,6
6,3	13,2	11,4	18	12,9	1,4

Cách trình bày trong bản vẽ về lỗ trọng tâm			theo DIN ISO 6411 (1997-11)		
Theo lý thuyết các thông tin cơ bản trên bản vẽ là đúng và đủ vì các lỗ trọng tâm đã được tiêu chuẩn hóa. Kích thước và hình dáng lỗ được dựa theo DIN 332-1.					
Lỗ trọng tâm vẫn phải được thấy trên bộ phận đã hoàn thành.		Lỗ trọng tâm được phép được nhìn thấy trên thành phẩm.		Không được nhìn thấy dấu hiệu của lỗ trọng tâm trên thành phẩm.	
					
Cách viết: Ví dụ: < ISO 6411-A2/4,25: Dựa theo t/c ISO 6411 lỗ vẫn phải được nhận thấy. Ký hiệu <. Phom dáng A và các kích thước d ₁ = 2 mm, d ₂ = 4,25 mm dựa theo DIN 332-1.					

Con lẩn						theo DIN 82 (1973-01)	
	Tóm tắt						
	RAA	RBR	RBL	RGE/RGV	RKE/RKV		
Tên gọi	Con lẩn có các rãnh song song dọc trục	Con lẩn phải 30°	Con lẩn trái 30°	Con lẩn trái phải B 30°	Con lẩn đầu cộng 90°		
Hình dạng đầu						E = gia tăng; V = giảm đi	
Cách tính đường kính ngoài d ₂	$d_2 = d_1 - 0,5 \cdot t$					E:	$d_2 = d_1 - 0,67 \cdot t$
						V:	$d_2 = d_1 - 0,33 \cdot t$
d_1 Đường kính danh nghĩa d Đường kính sau khi được tính t Số chia Số chia tiêu chuẩn: 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,6 mm			 DIN 82-RBL 1,2 Cách viết: DIN 82 - RBL 1,2 Con lẩn trái, t = 1,2 mm				

Bảng 5.13. Bảng tra kích thước lỗ khoan tâm

Kiểu A		Lỗ tâm (kích thước mm)					
	d kiểu A và B	Lỗ theo kiểu A và B				Số liệu sơ bộ để chọn kích thước lỗ tâm	
		D không lớn hơn	L	l không lớn hơn	a ≈	D _o nhỏ nhất	D _o lớn nhất
Kiểu B có mặt côn bảo vệ 	2	5	5	2,4	0,8	8	từ 10 đến 18
	2,5	6	6	3	0,8	10	" 18 " 30
	3	7,5	7,5	3,6	1	12	" 30 " 50
	4	10	10	4,8	1,2	15	" 50 " 80
	5	12,5	12,5	6	1,5	20	" 80 " 120
	6	15	15	7,2	1,8	25	" 120 " 180
	8	20	20	9,6	2	30	" 180 " 220
	12	30	30	14	2,5	42	" 220 và lớn hơn

Lỗ tâm của đầu trục lắp đệm chắn, (kích thước mm)						
	Dường kính trục	d_{ren}	d_1	d_2	l	l_1
	Loại I : Cố định bằng một vít chính tâm					
	Từ 30, 35, 40	10	10,5	13	25	1,9
	45, 50	12	12,5	18	25	2,4
	Từ 55 đến 90	16	16,5	22	32	2,4
" 95 " 100	20	20,5	30	35	3,0	
	Loại II : Cố định bằng hai vít					
	Dường kính trục	d	D	l	L nhỏ nhất	
	Từ 105 đến 120	8	20	10	15	
	Ranh hệ mét					

Bảng 5.14. Bảng tra rãnh thoát dao khi tiện ren

Cách ghi các rãnh

theo DIN 509 (2006-12)

Cách ghi một dữ liệu vào trong bản vẽ luôn được tối giản hóa. Các rãnh có thể chỉ cần được minh họa bởi một đường thẳng kéo dài. Tuy nhiên nó cũng có thể được ghi rất đầy đủ và được phóng to (thường là to bằng một chỉ tiết). Dựa theo DIN 509 các rãnh làm giảm ảnh hưởng của các phần nổi sắc nhọn và được gắn vào chân chốt của các bộ phận quay để bánh mài có thể chạy tự động.

Cách minh họa đơn giản:

Cách minh họa đơn giản:

Các chỉ tiết X và Y:

Hình dáng của các rãnh này

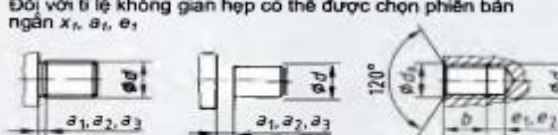
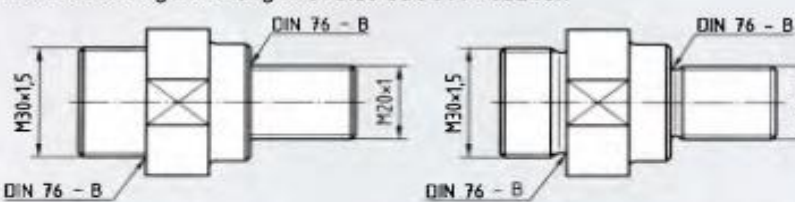
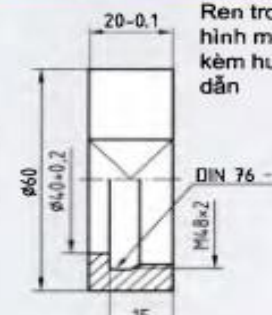
Dạng F	Dạng E	Dạng G	Dạng H
Gia công bề mặt phẳng và hình trụ	Gia công hình trụ	Tại chân chốt nhỏ và áp lực nhỏ	Gia công bề mặt phẳng và hình trụ

Các kích thước của các rãnh (mm)

Gắn cho đường kính của phôi là d1		Dạng	r x t1 r ± 0,1; t1 + 0,1		Fase ¹ a x 45°					
với áp lực thông thường	Tăng áp lực		Hàng 1	Hàng 2	E H	F G	f + 0,2	g	t2 + 0,05	
Trên 1,6 đến 3	-	E và F	-	0,2 x 0,1	0,1	0	1	(0,9)	0,1	
Trên 3 đến 18		E và F	0,4 x 0,2	-	0,2	0	2	(1,1)	0,1	
Trên 10 đến 18		G	0,4 x 0,2	-	0	0	1	(1,2)	0,2	
Trên 18 đến 80		E và F	-	0,6 x 0,2	0,4	0,1	2	(1,4)	0,1	
		E và F	-	0,6 x 0,3	0,3	0	2,5	(2,1)	0,2	
		E và F	0,8 x 0,3	-	0,5	0	2,5	(2,4)	0,2	
Lớn hơn 80		H	0,8 x 0,3	-	0,4	-	2	(1,1)	0,05	
		E và F	-	1 x 0,4	0,6	0	4	(3,2)	0,3	
		E và F	1,2 x 0,4	-	0,8	0	4	(3,4)	0,3	
		E và F	-	1 x 0,2	0,8	0,4	2,5	(1,8)	0,1	
		E và F	1,2 x 0,2	-	0,1	0,25	2,5	(2)	0,1	
	Trên 18 đến 50	H	1,2 x 0,3	-	0,75	-	2,5	(1,5)	0,05	
	Trên 50 đến 80	E và F	1,6 x 0,3	-	1,3	0,55	4	(3,1)	0,2	
	Trên 80 đến 125	E và F	2,5 x 0,4	-	2,0	0,85	5	(4,8)	0,3	
	Lớn hơn 125	E và F	4 x 0,5	-	3,5	2,0	7	(6,4)	0,3	

Rãnh DIN 509 – E 0,8 x 0,3: Form E, bán kính r = 0,8 mm, Độ thâm nhập t1 = 0,3 mm

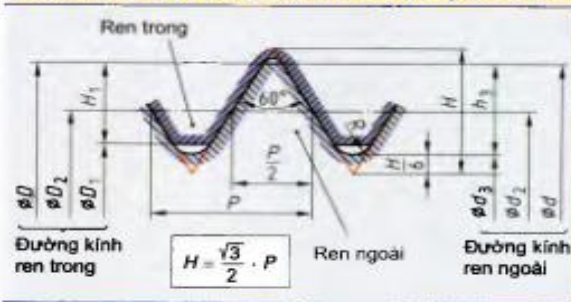
Bảng 5.15. Bảng tra đường thoát ren và cắt chân ren

Mô tả của đường thoát ren và cắt chân ren										theo DIN 76-1 (2004-06)										
Đường thoát ren										Cắt chân ren										
Đối với những lỗ hổng ren không có số liệu, áp dụng x_1, a_1, e_1  Đối với tỉ lệ không gian hẹp có thể được chọn phiên bản ngắn x_1, a_1, e_1  a_2, e_3 chỉ dành cho ốc vít của sản phẩm loại C, thô										Ren ngoài: Mẫu A, tiêu chuẩn Mẫu B, ngắn  Ren trong: Mẫu C, tiêu chuẩn Mẫu D, ngắn 										
Kích thước đường thoát ren và cắt chân ren										theo DIN 76-1 (2004-06)										
Ren		Đường thoát ren					Khoảng cách			Cắt chân ren										
Độ nghiêng p	Tiêu chuẩn ren d	x_1	x_2	e_1	e_2	e_3	a_1	a_2	a_3	d_0	D_0	g_1 min				g_2 max				r ~
		max.		Mức			max			h13	H13	A	C	B	D	A	C	B	D	
		Tiêu chuẩn	Ngắn	Tiêu chuẩn	Ngắn	Dài	Tiêu chuẩn	Ngắn	Dài			Tiêu chuẩn	Ngắn	Tiêu chuẩn	Ngắn	Tiêu chuẩn	Ngắn			
0,5	3	1,25	0,7	2,8	1,8	4,5	1,5	1	—	d-0,8		1,1	2	0,5	1,25	1,75	2,7	1,25	2	0,2
0,6	3,5	1,5	0,75	3,4	2,1	5,4	1,8	1,2	—	d-1		1,2	2,4	0,6	1,5	2,1	3,3	1,5	2,4	
0,7	4	1,75	0,9	3,8	2,4	6,1	2,1	1,4	—	d-1,1	d+0,3	1,5	2,8	0,8	1,75	2,45	3,8	1,75	2,75	0,4
0,75	4,5	1,9	1	4	2,5	6,4	2,25	1,5	—	d-1,2		1,6	3	0,9	1,9	2,6	4	1,9	2,9	
0,8	5	2	1	4,2	2,7	6,8	2,4	1,6	3,2	d-1,3		1,7	3,2	0,9	2	2,8	4,2	2	3	
1	6; 7	2,5	1,25	5,1	3,2	8,2	3	2	4	d-1,6		2,1	4	1,1	2,5	3,5	5,2	2,5	3,7	0,6
1,25	8	3,2	1,6	6,2	3,9	10	3,75	2,5	5	d-2		2,7	5	1,5	3,2	4,4	6,7	3,2	4,9	
1,5	10	3,8	1,9	7,3	4,6	11,6	4,5	3	6	d-2,3		3,2	6	1,8	3,8	5,2	7,8	3,8	5,6	0,8
1,75	12	4,3	2,2	8,3	5,2	13,3	5,25	3,5	7	d-2,6		3,9	7	2,1	4,3	6,1	9,1	4,3	6,4	1
2	14; 16	5	2,5	9,3	5,8	14,8	6	4	8	d-3		4,5	8	2,5	5	7	10,3	5	7,3	
2,5	18; 20; 22	6,3	3,2	11,2	7	17,9	7,5	5	10	d-3,6	d+0,5	5,6	10	3,2	6,3	8,7	13	6,3	9,3	1,2
3	24; 27	7,5	3,8	13,1	8,2	21	9	6	12	d-4,4		3,7	12	3,7	7,5	10,5	15,2	7,5	10,7	1,6
3,5	30; 33	9	4,5	15,2	9,5	24,3	10,5	7	14	d-5		7,7	14	4,7	9	12	17,7	9	12,7	
4	36; 39	10	5	16,8	10,5	26,9	12	8	16	d-5,7		9	16	5	10	14	20	10	14	2
4,5	42; 45	11	5,5	18,4	11,5	29,4	13,5	9	18	d-6,4		10,5	18	5,5	11	16	23	11	16	
4,5	42; 45	11	5,5	18,4	11,5	29,4	13,5	9	18	d-6,4		10,5	18	5,5	11	16	23	11	16	
Sự lựa chọn của đường thoát ren và cắt chân ren - Đối với những ren tiêu chuẩn: theo đường kính ren - Đối với những ren mỏng nhỏ: theo bước ren của ren										 Mở rộng mô tả kèm hướng dẫn Hình mô tả kèm hướng dẫn Mô tả : Kim ren DIN 76 – A, ren ngoài, Tiêu chuẩn (dài)  Ren trong, hình mô tả kèm hướng dẫn DIN 76 - D										

Bảng 5.16. Bảng tra ren tam giác hệ mét

Ren ISO hệ mét, đặc tính được nêu ra

theo DIN 13-19 (1999-11)



Đường kính ren trong

$H = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot P$

Ren ngoài

Đường kính ren ngoài

$d = D$
 $D_1 = d - 1,0825 \cdot P$
 $d_3 = d - 1,2269 \cdot P$
 $d_2 = D_2 = d - 0,6495 \cdot P$
 P
 $H_1 = 0,5413 \cdot P$
 $h_3 = 0,6134 \cdot P$
 $R = 0,1443 \cdot P$
 $d - P$
 $S = \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$

Đường kính ren được nêu ra
Lỗi-ø ren trong
Lỗi-ø ren ngoài sườn-ø
Độ nghiêng
Độ sâu ren trong Độ sâu ren ngoài
Độ cong
Khoan lỗi-ø
Góc sườn 60°
Mặt cắt ứng suất

Kích thước cho ren chuẩn hệ mét, Hàng 1 (kích thước ở mm)

theo DIN 13-1 (1999-11)

Mô tả ren $d = D$	Độ nghiêng P	Sườn ø $d_2 = D_2$	Lỗ cong ø		Độ sâu		Run- dung R	Lỗ khoan lỗi- ø	Mặt cắt ứng suất $S \text{ mm}^2$
			Ren ngoài d_1	Ren trong D_1	Ren ngoài h_3	Ren trong H_1			
M3	0,5	2,68	2,39	2,46	0,31	0,27	0,07	2,5	5,03
M4	0,7	3,55	3,14	3,24	0,43	0,38	0,10	3,3	8,78
M5	0,8	4,48	4,02	4,13	0,49	0,43	0,12	4,2	14,2
M6	1,0	5,35	4,77	4,92	0,61	0,54	0,14	5,0	20,1
M8	1,25	7,19	6,47	6,65	0,77	0,68	0,18	6,8	36,6
M10	1,5	9,03	8,16	8,38	0,92	0,81	0,22	8,5	58,0
M12	1,75	10,86	9,85	10,11	1,07	0,95	0,25	10,2	84,3
M16	2	14,70	13,55	13,84	1,23	1,08	0,29	14	157
M20	2,5	18,38	16,93	17,29	1,53	1,35	0,36	17,5	245
M24	3	22,05	20,32	20,75	1,84	1,62	0,43	21	353
M30	3,5	27,73	25,71	26,21	2,15	1,89	0,51	26,5	561
M36	4	33,40	31,09	31,67	2,45	2,17	0,58	32	817
M42	4,5	39,08	36,48	37,13	2,76	2,44	0,65	37,5	1121
M48	5	44,75	41,87	42,59	3,07	2,71	0,72	43	1473
M52	5	48,75	45,87	46,59	3,07	2,71	0,72	47	1758
M56	5,5	52,43	49,25	50,05	3,37	2,98	0,79	50,5	2030
M60	5,5	56,43	53,25	54,05	3,37	2,98	0,79	54,5	2362
M64	6	60,10	56,64	57,51	3,68	3,25	0,87	58	2676

Kích thước cho ren mỏng (kích thước ở mm)

theo DIN 13-1 (1999-11)

Mô tả ren $d \times P$	Sườn ø $d_2 = D_2$	Lỗ ø bên ngoài d_1	Lỗ ø bên trong D_1	Mô tả ren $d \times P$	Sườn ø $d_2 = D_2$	Lỗ ø bên ngoài d_1	Lỗ ø bên trong D_1
M2 x 0,25	1,84	1,69	1,73	M12 x 0,5	11,68	11,39	11,46
M3 x 0,25	2,84	2,69	2,73	M12 x 1	11,35	10,77	10,92
M4 x 0,2	3,87	3,76	3,78	M16 x 0,5	15,68	15,39	15,46
M4 x 0,35	3,77	3,57	3,62	M16 x 1	15,35	14,77	14,92
M5 x 0,25	4,84	4,69	4,76	M16 x 1,5	15,03	14,16	14,38
M5 x 0,5	4,68	4,39	4,46	M20 x 1	19,35	18,77	18,92
M6 x 0,25	5,84	5,69	5,73	M20 x 1,5	19,03	18,16	18,38
M6 x 0,5	5,68	5,39	5,46	M24 x 1,5	23,03	22,16	22,38
M6 x 0,75	5,51	5,08	5,19	M24 x 2	22,70	21,55	21,84
M8 x 0,25	7,84	7,69	7,73	M30 x 1,5	29,03	28,16	28,38
M8 x 0,5	7,68	7,39	7,46	M30 x 2	28,70	27,55	27,84
M8 x 1	7,35	6,77	6,92	M36 x 1,5	35,03	34,16	34,38
M10 x 0,25	9,84	9,69	9,73	M36 x 2	34,70	33,55	33,84
M10 x 0,5	9,68	9,39	9,46	M42 x 1,5	41,03	40,16	40,38
M10 x 1	9,35	8,77	8,92	M48 x 1,5	47,03	46,16	46,8
M12 x 0,35	11,77	11,57	11,62	M48 x 2	46,70	45,55	44,84

Bảng 5.17. Bảng tra dung sai của ren tam giác hệ mét

Dung sai của ren , Tổng quan, Phân loại dung sai cho ren chuẩn ISO										theo DIN ISO 965-1 (1999-11)		
6H, 6g	Các mức dung sai cho ren trong (ví dụ: 6H) và mức dung sai củ ren ngoài (ví dụ 6g), vị trí ở mức độ dung sai đồng 0, kích thước của dung sai				Sườn -ø và lõi -ø liên quan đến bên ngoài-ø và sườn -ø có thể có dung sai khác nhau M8: không có chi tiết = mức dung sai" trung bình" 6H, 6g M16 × 1,5 4h 6g: Bu lông ren mịn, 4h – mức dung sai của sườn -ø, 6g – mức dung sai của ren ngoài-							
Phân loại dung sai của ren chuẩn ISO												
	Yếu tố dung sai				Mức độ dung sai				Vị trí dung sai			
Ren trong	D_1 - Đường kính lõi ren				4, 5, 6, 7, 8				G và H			
	D_2 - Đường g kính sườn				4, 5, 6, 7, 8							
Ren ngoài	d - Đường kính đỉnh ren ngoài				4, 6, 8				e, f, g, h			
	d_2 - Đường kính sườn				3, 4, 5, 6, 7, 8, 9							

Ren trong (Ren đai ốc)

Ren ngoài (Ren Bu lông)

Kích thước giới hạn cho ren chuẩn ISO (Ren trong và Ren ngoài) (chọn ngẫu nhiên)												theo DIN ISO 965-2 (1999-11)	
Loại ren	Bên ngoài ø D min	Ren trong				Ren ngoài							
		Bên ngoài ø d min	Sườn ø D ₂ min.	Sườn ø D ₂ max.	Lõi ø D ₁ min.	Lõi ø D ₁ max.	Bên ngoài ø d min.	Bên ngoài ø d max.	Sườn ø d ₂ min.	Sườn ø d ₂ max.	Lõi ø d ₁ min.	Lõi ø d ₁ max.	
Mức dung sai 5H												Mức dung sai 4h	
mịn	M6	6,0	5,350	5,468	4,917	5,107	6,0	5,888	5,279	5,350	4,663	4,773	
	M8	8,0	7,188	7,313	6,647	6,859	8,0	7,868	7,113	7,188	6,343	6,466	
	M10	10,0	9,026	9,166	8,376	8,612	10,0	9,850	8,941	9,026	8,017	8,160	
	M12	12,0	10,863	11,023	10,106	10,371	12,0	11,830	10,768	10,863	9,691	9,853	
	M16	16,0	14,701	14,871	13,835	14,135	16,0	15,820	14,601	14,701	13,369	13,546	
	M8×1	8,0	7,350	7,445	6,917	7,067	8,0	7,888	7,35	7,279	6,773	6,663	
	M10×1	10,0	9,350	9,445	8,917	9,067	10,0	9,888	9,35	9,279	8,773	8,663	
	M12×1,5	12,0	11,026	11,144	10,376	10,566	12,0	11,85	11,026	10,936	10,160	10,012	
Mức dung sai 4h												Mức dung sai 6g	
trung bình	M6	6,0	5,350	5,500	4,917	5,135	5,974	5,794	5,212	5,324	4,596	4,747	
	M8	8,0	7,188	7,348	6,647	6,912	7,972	7,760	7,042	7,160	6,272	6,438	
	M10	10,0	9,026	9,206	8,376	8,676	9,968	9,732	8,862	8,994	7,938	8,128	
	M12	12,0	10,863	11,063	10,106	10,441	11,966	11,701	10,679	10,829	9,602	9,819	
	M16	16,0	14,701	14,913	13,385	14,210	15,962	15,682	14,503	14,663	13,271	13,508	
	M8×1	8,0	7,350	7,500	6,917	7,153	7,974	7,794	7,212	7,324	6,596	6,747	
	M10×1	10,0	9,350	9,500	8,917	9,153	9,974	9,794	9,212	9,324	8,596	8,747	
	M12×1,5	12,0	11,026	11,216	10,376	10,676	11,968	11,732	10,854	10,994	9,930	10,128	
Mức dung sai 6H												Mức dung sai 8g	
thô	M6	6,0	5,350	5,540	4,917	5,217	5,974	5,694	5,144	5,324	4,528	4,747	
	M8	8,0	7,188	7,388	6,647	6,982	7,972	7,637	6,970	7,160	6,200	6,438	
	M10	10,0	9,026	9,250	8,376	8,751	9,968	9,593	8,782	8,994	7,858	8,128	
	M12	12,0	10,863	11,113	10,106	10,531	11,966	11,701	10,593	10,829	9,516	9,819	
	M16	16,0	14,701	14,966	13,835	14,310	15,962	15,512	14,413	14,663	13,181	13,508	
	M8×1	8,0	7,350	7,54	6,917	7,217	7,694	7,974	7,324	7,144	6,747	6,528	
	M10×1	10,0	9,350	9,54	8,917	9,217	9,694	9,974	9,324	9,144	8,747	8,528	
	M12×1,5	12,0	11,026	11,262	10,376	10,751	11,593	11,968	10,994	10,77	10,128	9,846	
Mức dung sai 7H												Mức dung sai 8g	
rất thô	M6	6,0	5,350	5,540	4,917	5,217	5,974	5,694	5,144	5,324	4,528	4,747	
	M8	8,0	7,188	7,388	6,647	6,982	7,972	7,637	6,970	7,160	6,200	6,438	
	M10	10,0	9,026	9,250	8,376	8,751	9,968	9,593	8,782	8,994	7,858	8,128	
	M12	12,0	10,863	11,113	10,106	10,531	11,966	11,701	10,593	10,829	9,516	9,819	
	M16	16,0	14,701	14,966	13,835	14,310	15,962	15,512	14,413	14,663	13,181	13,508	
	M8×1	8,0	7,350	7,54	6,917	7,217	7,694	7,974	7,324	7,144	6,747	6,528	
	M10×1	10,0	9,350	9,54	8,917	9,217	9,694	9,974	9,324	9,144	8,747	8,528	
	M12×1,5	12,0	11,026	11,262	10,376	10,751	11,593	11,968	10,994	10,77	10,128	9,846	

Bảng 5.18. Độ hở giới hạn của các lắp ghép lỏng có kích thước từ 1 ÷ 500 mm
(TCVN 2244-99 và 2245-99)

Kích thước danh nghĩa, mm	Lắp ghép trong hệ lỗ cơ bản																
	$\frac{H7}{e7}$	-	$\frac{H7}{e8}$	$\frac{H7}{f7}$	-	-	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{d9}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{e9}$	$\frac{H8}{f7}$	$\frac{H8}{f9}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H9}{d9}$
	Lắp ghép trong hệ trục cơ bản																
	-	$\frac{E8}{h6}$	$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F7}{h7}$	$\frac{F7}{h6}$	$\frac{F8}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{D8}{h8}$	$\frac{D9}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{E9}{h8}$	$\frac{F8}{h7}$	$\frac{F9}{h8}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{D9}{h9}$
	Độ hở giới hạn S_{max} , S_{min} , μm																
Lớn hơn 6 đến 10	55 25	56 25	62 25	43 13	37 13	44 13	29 5	24 0	84 40	98 40	69 25	83 25	50 13	71 13	37 0	44 0	112 40
Lớn hơn 10 đến 18	6832 32	70 32	77 32	52 16	45 16	54 16	35 16	29 0	104 50	120 50	86 32	102 32	61 16	86 16	45 0	54 0	136 50
Lớn hơn 18 đến 30	82 40	86 40	94 40	62 20	54 20	66 20	41 7	34 0	131 65	150 65	106 40	125 40	74 20	105 20	54 0	66 0	169 65
Lớn hơn 30 đến 50	100 50	105 50	11450	75 25	66 25	80 25	50 9	41 0	158 80	181 80	128 50	151 50	89 25	126 25	64 0	78 0	204 80
Lớn hơn 50 đến 80	120 60	125 60	136 60	90 30	79 30	95 30	59 10	49 0	192 100	220 100	152 60	180 60	106 30	150 30	76 0	92 0	248 100
Lớn hơn 80 đến 120	142 72	148 72	161 72	106 36	93 36	112 36	69 12	57 0	228 120	261 120	180 72	213 72	125 36	177 36	89 0	108 0	294 120
Lớn hơn 120 đến 180	165 85	173 85	188 85	123 43	108 43	131 43	79 14	65 0	271 145	308 145	211 85	248 85	146 43	206 43	103 0	126 0	345 145
Lớn hơn 180 đến 250	192 100	201 100	218 100	142 50	125 50	151 50	90 15	75 0	314 170	357 170	244 100	287 100	168 50	237 50	118 0	1440	400 170

Bảng 5.19. Độ dôi giới hạn của các lắp ghép trung gian có kích thước từ 1 ÷ 500 mm
(TCVN 2244-99 và 2245-99)

Kích thước danh nghĩa, mm	Lắp ghép trong hệ lỗ cơ bản																
	$\frac{H5}{k4}$	$\frac{H5}{m4}$	$\frac{H6}{j_s5}$	$\frac{H6}{k5}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{H6}{n5}$	$\frac{H7}{j_s6}$	-	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{H8}{j_s7}$	-	$\frac{H8}{k7}$	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$	
	Lắp ghép trong hệ trục cơ bản																
	$\frac{K5}{h4}$	$\frac{M5}{h4}$	-	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$	$\frac{N6}{h5}$	-	$\frac{J_s7}{h6}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	-	$\frac{J_s8}{h7}$	$\frac{K8}{h7}$	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$	
	$\overset{S_{\max}}{\underset{S_{\min}}{\text{Độ hở giới hạn}}}, \mu\text{m}$																
Lớn hơn 6 đến 10	5 -5	10 0	3 -12	7 -8	12 -3	16 1	4,5 -19,5	7 -6	10 -14	15 -9	19 -5	7 -29	11 -26	16 -21	21 -16	25 -12	
Lớn hơn 10 đến 18	6 -7	12 -1	4 -15	9 -10	15 -4	20 1	5,5 -23,5	9 -20	12 -17	18 -11	23 -6	9 -36	13 -31	19 -26	25 -20	30 -15	
Lớn hơn 18 đến 30	8 -7	14 -1	4,5 -17,5	11 -11	17 -5	24 2	6,5 -27,5	10 -23	15 -19	21 -13	28 -6	10 -43	16 -37	23 -31	29 -25	36 -18	
Lớn hơn 30 đến 50	9 -9	16 -2	5,5 -21,5	13 -14	20 -7	28 1	8 -33	12 -28	18 -23	25 -16	33 -8	12 -51	19 -44	27 -37	34 -30	42 -22	
Lớn hơn 50 đến 80	10 -11	19 -2	6,5 -22,5	15 -17	24 -8	33 1	9,5 -39,5	15 -34	21 -28	30 -19	39 -10	15 -61	23 -53	32 -44	41 -35	50 -26	
Lớn hơn 80 đến 120	13 -12	23 -2	7,5 -29,5	18 -19	28 -9	38 1	11 -46	17 -39	25 -32	35 -22	45 -12	17 -71	27 -62	38 -51	48 -41	58 -31	
Lớn hơn 120 đến 180	15 -15	27 -3	9 -34	21 -22	33 -10	45 2	12,5 52,5	20 -45	28 -37	40 -25	52 -13	20 -83	31 -71	43 -60	55 -48	67 -36	
Lớn hơn 180 đến 250	18 -16	31 -3	10 -39	24 -25	37 -12	51 2	14,5 -60,5	23 -52	33 -42	46 -29	60 -15	23 -95	36 -82	50 -68	63 -55	77 -41	

Bảng 5.20. Độ dôi giới hạn của các lắp ghép chặt có kích thước từ 1÷500 mm
(TCVN 2244-99 và 2245-99)

Kích thước danh nghĩa, mm	Lắp ghép trong hệ lỗ cơ bản							
	$\frac{H5}{n4}$	$\frac{H6}{n4}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{H7}{s7}$
	Lắp ghép trong hệ trục cơ bản							
	$\frac{N5}{h4}$	$\frac{P6}{h5}$	-	-	$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$	-
	Độ hở giới hạn $\begin{matrix} S_{\max} \\ S_{\min} \end{matrix}$, μm							
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Lớn hơn 6 đến 10	14 4	21 6	25 10	29 14	24 0	28 4	32 8	38 8
Lớn hơn 10 đến 18	17 4	26 7	31 12	36 17	29 0	34 5	39 10	46 10
Lớn hơn 18 đến 30	21 6	31 9	37 15	44 22	35 1	41 7	48 14	56 14
Lớn hơn 30 đến 50	24 6	37 10	45 18	54 27	42 1	50 9	58 18	68 18
Lớn hơn 50 đến 65	28 7	45 13	54 22	66 34	51 2	60 11	72 23	83 23
Lớn hơn 65 đến 80	28 7	45 13	56 24	72 40	51 2	62 13	78 29	89 29
Lớn hơn 80 đến 100	33 8	52 15	66 29	86 49	59 2	73 16	93 36	106 36
Lớn hơn 100 đến 120	33 8	52 15	69 32	94 57	68 3	76 19	101 44	114 44
Lớn hơn 120 đến 140	39 9	61 18	81 38	110 67	68 3	88 23	117 52	132 52
Lớn hơn 140 đến 160	39 9	61 18	83 40	118 75	68 3	90 25	125 60	140 60
Lớn hơn 160 đến 180	39 9	61 18	86 43	126 83	79 4	93 28	133 68	148 68
Lớn hơn 180 đến 200	45 11	70 21	97 48	142 93	79 4	106 31	151 76	168 76
Lớn hơn 200 đến 225	45 11	70 21	100 51	150 101	79 4	109 34	159 84	176 84
Lớn hơn 225 đến 250	45 11	70 21	104 55	160 111	79 4	113 38	169 94	186 94

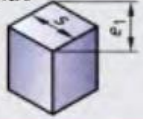
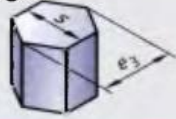
Bảng 5.21. Kích thước cơ bản của ổ lăn

Kiểu ổ lăn			d	D	B	r
304	1304		20	52	15	2
305	1305		25	62	17	2
306	1306		30	72	19	2
307	1307	60307	35	80	21	2,5
308	1308	60308	40	90	23	2,5
309	1309	60309	45	100	25	2,5
310	1310	60310	50	110	27	3
311	1311	60311	55	120	29	3
312	1312	60312	60	130	31	3,5
313	1313	60313	65	140	33	3,5
314	1314	60314	70	150	35	3,5
315	1315	60315	75	160	37	3,5
316	1316		80	170	39	3,5
317	1317		85	180	41	4
318	1318		90	190	43	4
319	1319		95	200	45	4
320	1320		100	215	47	4
<i>Chú thích:</i> Các kích thước d, D, B, r của ổ lăn kiểu 36000, 46000, 80000, 66000, 42000, 32000, 12000, 2000, 116000, 176000, 92000, 1020000 cũng tra theo bảng này theo ba số sau cùng tương ứng. Ví dụ ổ lăn 92311 có d = 55mm, D = 120 mm, B = 29 mm, r = 3 mm.						

Bảng 5.22. Kích thước cơ bản của then hoa răng chữ nhật

$Z \times d \times D$	b	d1	a	f		r không lớn hơn
		Không nhỏ hơn		Kích thước danh nghĩa	Sai lệch giới hạn	
Loại trung						
$6 \times 13 \times 16$	3,5	12,0	-	0,3	0,2	0,2
$6 \times 16 \times 20$	4,0	14,5	-	0,3	0,2	0,2
$6 \times 18 \times 22$	5,0	16,7	-	0,3	0,2	0,2
$6 \times 21 \times 25$	5,0	19,5	-	0,3	0,2	0,2
$6 \times 23 \times 28$	6,0	21,3	1.95	0,3	0,2	0,2
$6 \times 26 \times 32$	6,0	23,4	1.34	0,4	0,2	0,3
$6 \times 28 \times 34$	7,0	25,9	1.65	0,4	0,2	0,3
$8 \times 32 \times 38$	6,0	29,4	1.70	0,4	0,2	0,3
$8 \times 36 \times 42$	7,0	33,5	-	0,4	0,2	0,3
$8 \times 42 \times 48$	8,0	39,5	1.62	0,4	0,2	0,3
$8 \times 46 \times 54$	9,0	42,7	2.57	0,5	0,3	0,5
$8 \times 52 \times 60$	10,0	48,7	-	0,5	0,3	0,5
$8 \times 56 \times 65$	12,0	52,2	2.44	0,5	0,3	0,5
$8 \times 62 \times 70$	12,0	57,8	2.50	0,5	0,3	0,5
$10 \times 72 \times 82$	12,0	67,4	2.40	0,5	0,3	0,5
$10 \times 82 \times 92$	12,0	77,1		0,5	0,3	0,5

Bảng 5.23. Kích thước cơ bản của đai ốc và kích thước khóa vòng

Kích thước cơ bản cho ốc vít và phụ tùng					theo DIN 475-1 (1984-01)					
Kích thước cơ bản SW	Tứ giác	Lục giác	Bát giác	Trường dung sai cho hàng 1: s ≤ 4: ⇒ h12 s 4 đến 32: ⇒ h13 s > 32: ⇒ h14						
										
Kích thước góc: Kích thước cơ bản:	$e_1 \approx 1,4142 \cdot s$ $s \approx 0,7071 \cdot e_1$	$e_3 \approx 1,1547 \cdot s$ $s \approx 0,8660 \cdot e_3$	$e_5 \approx 1,0824 \cdot s$ $s \approx 0,9239 \cdot e_5$							
Kích thước đo ở mm										
Kích thước cơ bản		Kích thước góc			Kích thước cơ bản		Kích thước góc			
S _{max}	S _{min}	2 cạnh d	4 cạnh e ₁	6 cạnh e ₃	S _{max}	S _{min}	2 cạnh d	4 cạnh e ₁	6 cạnh e ₃	8 cạnh e ₅
5	4,82	6	7,1	5,45	21	20,67	24	29,7	23,36	22,7
5,5	5,32	7	7,8	6,01	24	23,67	28	33,9	26,75	26
7	6,78	8	9,9	7,66	27	26,67	32	38,2	30,14	29,1
8	7,78	9	11,3	8,79	30	29,67	35	42,4	33,53	32,5
10	9,78	12	14,1	11,05	34	33,38	40	48	37,32	36,7
11	10,73	13	15,6	12,12	36	35,38	42	50,9	39,98	39
13	12,73	15	18,4	14,38	41	40,38	48	58	45,63	44,4
15	14,73	17	21,2	16,64	46	45,38	52	65,1	51,28	49,8
16	15,73	18	22,6	17,77	50	49,38	58	70,7	55,80	54,1
18	17,73	21	25,4	20,03	55	54,26	65	77,8	61,31	59,5
19	18,63	22	26,9	21,10	60	59,26	70	84,8	66,96	64,9

Bảng 5.24. Kích thước cơ bản của then bán nguyệt

Hình cắt bằng:
Số liệu về độ dày rãnh chốt

Kích thước của rãnh may-ơ luôn tương ứng với kích thước của rãnh chốt. Dung sai cũng bị ảnh hưởng tương tự.

Loại A được ưa sử dụng hơn. Nhóm I cần được sử dụng trong truyền động momen quay, nhóm II sử dụng để củng cố mặt bằng.

Tiết diện Chốt lăng trụ		Đường kính trục d_1				d_2 + 0,5	l	Độ sâu rãnh trục t_1 Loại		t_2 Loại			
		I		II				A	B	A	B		
		trên	đến	trên	đến								
b	h												
3	3,7	8	10	12	17	10	9,66	2,5+0,1	2,8+0,1	1,4+0,1	1,1+0,1		
3	5	8	10	12	17	13	12,65	3,8+0,1	4,1+0,1	1,4+0,1	1,1+0,1		
3	6,5	-	-	12	17	16	15,72	5,3+0,1	5,6+0,1	1,4+0,1	1,1+0,1		
4	5	10	12	17	22	13	12,65	3,5+0,1	4,1+0,1	1,7+0,1	1,1+0,1		
4	6,5	10	12	17	22	16	15,72	5,0+0,1	5,6+0,1	1,7+0,1	1,1+0,1		
4	7,5	-	-	17	22	19	18,57	6,0+0,1	6,6+0,1	1,7+0,1	1,1+0,1		
5	6,5	12	17	22	30	16	15,72	4,5+0,1	5,4+0,1	2,2+0,1	1,3+0,1		
5	7,5	12	17	22	30	19	18,57	5,5+0,1	6,4+0,1	2,2+0,1	1,3+0,1		
5	9	-	-	22	30	22	21,63	7,0+0,2	7,9+0,2	2,2+0,1	1,3+0,1		
6	7,5	17	22	30	38	19	18,57	5,1+0,1	6,0+0,2	2,6+0,1	1,7+0,1		
6	9	17	22	30	38	22	21,63	6,6+0,1	7,5+0,2	2,6+0,1	1,7+0,1		
6	11	-	-	30	38	28	27,35	8,6+0,2	9,5+0,2	2,6+0,1	1,7+0,1		

Bảng 5.25. Kích thước cơ bản của then bằng theo DIN 6885

Mẫu A
Đầu tròn

Mẫu B
Đầu thẳng

Mẫu C
Đầu tròn

Form D
Đầu thẳng

Mẫu E
Đầu tròn

Mẫu F
Đầu thẳng

Kích thước của rãnh trục với mặt cắt
Các lựa chọn thay thế để đo chiều sâu rãnh

A

B

C

Kích thước của rãnh trung tâm
Các lựa chọn thay thế để đo độ sâu rãnh

8JS9

8JS9

Kích thước đơn giản hóa của rãnh trục (chỉ trong một chế độ xem)

8P9x4+0.2

h=4+0.2

Trung tâm

Dung sai cho rãnh chốt lắp trụ

	Khay cố định	Khay trượt
Chiều rộng của rãnh trục/ chiều rộng rãnh trung tâm	A P9/P9	N9/JS9
	... 28	... 80 ... 400
Chiều dài rãnh trục : chiều dài chốt lắp trụ l	B + 0,1 - 0,1	+ 0,2 - 0,2 + 0,3 - 0,3
Độ sâu rãnh trục/rãnh trung tâm: t _f	C ≤ ø22: +0,1; ≤ ø130: +0,2; > ø130: +0,3	

Mặt cắt chính của chốt lắp trụ trụ		Đường kính trục d ₁		Mẫu cao Với việc lắp lại		Thừa	Mẫu cao cho Máy công cụ		Khoan vít và cố định vít
b	h	trên	đến	t ₁	t ₂	t ₂	t ₁	t ₂	d ₉ × t ₃
2	2	6	8	1,2+0,1	1,0+0,1	0,5+0,1	-	-	-
3	3	8	10	1,8+0,1	1,4+0,1	0,9+0,1	-	-	-
4	4	10	12	2,5+0,1	1,8+0,1	1,2+0,1	3,0+0,1	1,1+0,1	-
5	5	12	17	3,0+0,1	2,3+0,1	1,7+0,1	3,8+0,1	1,3+0,1	-
6	6	17	22	3,5+0,1	2,8+0,1	2,2+0,1	4,4+0,1	1,7+0,1	-
8	7	22	30	4,0+0,2	3,3+0,2	2,4+0,2	5,4+0,2	1,7+0,2	M3 × 8
10	8	30	38	5,0+0,2	3,3+0,2	2,4+0,2	6,0+0,2	2,1+0,2	M3 × 10
12	8	38	44	5,0+0,2	3,3+0,2	2,4+0,2	6,0+0,2	2,1+0,2	M4 × 10
14	9	44	50	5,5+0,2	3,8+0,2	2,9+0,2	6,5+0,2	2,6+0,2	M5 × 10
16	10	50	58	6,0+0,2	4,3+0,2	3,4+0,2	7,5+0,2	2,6+0,2	M5 × 10
18	11	58	65	7,0+0,2	4,4+0,2	3,4+0,2	8,0+0,2	3,1+0,2	M6 × 12
20	12	65	75	7,5+0,2	4,9+0,2	3,9+0,2	8,0+0,2	4,1+0,2	M6 × 12
22	14	75	85	9,0+0,2	5,4+0,2	4,4+0,2	10,0+0,2	4,1+0,2	M6 × 15
25	14	85	95	9,0+0,2	5,4+0,2	4,4+0,2	10,0+0,2	4,1+0,2	M8 × 15
28	16	95	110	10,0+0,2	6,4+0,2	5,4+0,2	11,0+0,2	5,1+0,2	M10 × 18
32	18	110	130	11,0+0,2	7,4+0,2	6,4+0,2	13,0+0,2	5,2+0,2	M10 × 20
36	20	130	150	12,0+0,3	8,4+0,3	7,1+0,3	13,7+0,3	6,5+0,3	M12 × 22
40	22	150	170	13,0+0,3	9,4+0,3	8,1+0,3	14,0+0,3	8,2+0,3	M12 × 25
45	25	170	200	15,0+0,3	10,4+0,3	9,1+0,3	-	-	M12 × 28
50	28	200	230	17,0+0,3	11,4+0,3	10,1+0,3	-	-	M12 × 30

Bảng 5.26. Kích thước cơ bản của côn morse theo DIN 228

Côn morse(MK)

theo DIN 228

Chuôi côn mẫu B với rãnh tốc

Chuôi côn mẫu A với khóa ren

Côn	Độ côn 1 : x	Góc $\frac{\alpha}{2}$	a theo mm	b theo mm	d ₁ theo mm	d ₂ theo mm	d ₃ theo mm	d ₅ theo m	L ₁ theo mm	L ₂ theo mm
MK0	1:19,212 = 0,05205	1,490°	3	3,9	9,045	9,2	6,4	—	50	56,5
MK1	1:20,047 = 0,04988	1,428°	3,5	5,2	12,065	12,2	9,4	M 6	53,5	62
MK2	1:20,020 = 0,04995	1,430°	5	6,3	17,780	18	14,6	M 10	64	75
MK3	1:19,922 = 0,05020	1,437°	5	7,9	23,825	24,1	19,8	M 12	81	94
MK4	1:19,254 = 0,05194	1,487°	6,5	11,9	31,267	31,6	25,9	M 16	102,5	117,5
MK5	1:19,002 = 0,05263	1,507°	6,5	15,9	44,399	44,7	37,6	M 20	129,5	149,5
MK6	1:19,180 = 0,05214	1,493°	8	19	63,348	63,8	53,9	M 24	182	210

Côn theo hệ mét (ME)

theo DIN 228

Côn	Độ côn 1 : x	Góc $\frac{\alpha}{2}$	a theo mm	b theo mm	d ₁ theo mm	d ₂ theo mm	d ₃ theo mm	d ₅ theo m	L ₁ theo mm	L ₂ theo mm
4	1:20 = 0,05	1,432°	2	—	4	4,1	2,9	—	23	—
6	1:20 = 0,05	1,432°	3	—	6	6,2	4,4	—	32	—
80	1:20 = 0,05	1,432°	8	26	80	80,4	70,2	M 30	196	220
100	1:20 = 0,05	1,432°	10	32	100	100,5	88,4	M 36	232	260
120	1:20 = 0,05	1,432°	12	38	120	120,6	106,6	M 36	268	300
(140)	1:20 = 0,05	1,432°	14	44	140	140,7	124,8	M 36	304	340
160	1:20 = 0,05	1,432°	16	50	160	160,8	143	M 48	340	380
200	1:20 = 0,05	1,432°	18	56	180	180,9	161,2	M 48	376	420

Đầu kẹp mũi dao- Gá đỡ dao

theo DIN 238

Kích thước bộ phận định tâm	D theo mm	d theo mm	L theo mm	Có thể được kết hợp với côn Morse	Kích thước mở rộng của đầu kẹp mũi khoan	
B6	6,350	5,850	10	MK0 tới MK2	—	
B10	10,094	9,4	14,5	MK0 tới MK2	8	
B12	12,065	11,1	18,5	MK0 tới MK2	10	
B16	15,733	14,5	24	MK1 tới MK3	16	
B18	17,431	16,2	32	MK1 tới MK3	16	
B22	21,793	19,8	40,5	MK2 tới MK4	20	
B24	23,825	21,3	50,5	MK3 tới MK5	26	

Bảng 5.27. 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 và đập lớn hoặc với tần số quay $n \geq 30$ 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 ô tô 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 ghép với những chi tiết có thành mỏng	Bánh răng nhỏ của trục máy tiện. Bạc ly hợp trên các trục của hộp giảm tốc	Ép trên máy ép
$\frac{H7}{n6}$; $\frac{H7}{m6}$	Đồng tâm chính xác khi tải va đập và chấn động nhưng rất ít tháo. Tất cả lắp ghép trung gian dùng cho bánh răng 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.
$\frac{H7}{k6}$; $\frac{H7}{j_6}$	Bánh răng 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	Trong lắp ghép trung gian thường sử dụng nhất là H7/k6. Lắp ghép bánh răng trụ và côn của hộp giảm tốc khi làm việc yên tĩnh. Tất cả các dạng bánh răng trong chế tạo dụng cụ đo. Lắp ghép bánh răng thay thế, bánh răng nhỏ trên trục	Bằng máy ép, dụng cụ tháo, búa gỗ. Tháo lắp yêu cầu lực
Lắp ghép	Điều kiện chọn lắp ghép	Phạm vi sử dụng	Phương pháp tháo lắp
$\frac{H8}{k6}$	chiều dài lắp lớn.	chính máy công cụ	không lớn
$\frac{H7}{h6}$; $\frac{H8}{h8}$; $\frac{H8}{h9}$; $\frac{H9}{h8}$	Khi cần độ đồng tâm cao ở những bánh răng tháo lắp thường xuyên: H7/h6 Khi yêu cầu độ đồng tâm không cao: H8/h9 ; H9/h8	Dùng cho bánh răng thay thế trên trục máy cắt kim loại	
$\frac{H7}{g6}$	Khi định vị dễ dàng bánh răng thay thế và đảm bảo dịch chuyển tự do dọc trục khi định tâm chính xác	Chuyển dịch các bánh răng của bộ biến tốc	
$\frac{H7}{f7}$; $\frac{H8}{f9}$; $\frac{H8}{e9}$	Dịch chuyển bánh răng 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	
$\frac{H7}{e8}$	Bánh răng với moayơ lớn khi cần trượt dễ dàng trên trục.	Khởi bánh răng chạy lùi của hộp truyền động của ô tô tải	

Phụ lục 4: Hướng dẫn các bài thực hành, các bản vẽ và phiếu đo

Bài 1: Sử dụng thước cặp

1.1. Phiếu đo 1:

- Vẽ phác các hình chiếu của chi tiết đo;
- Sử dụng thước cặp để đo các chi tiết và ghi kết quả đo vào phiếu đo.

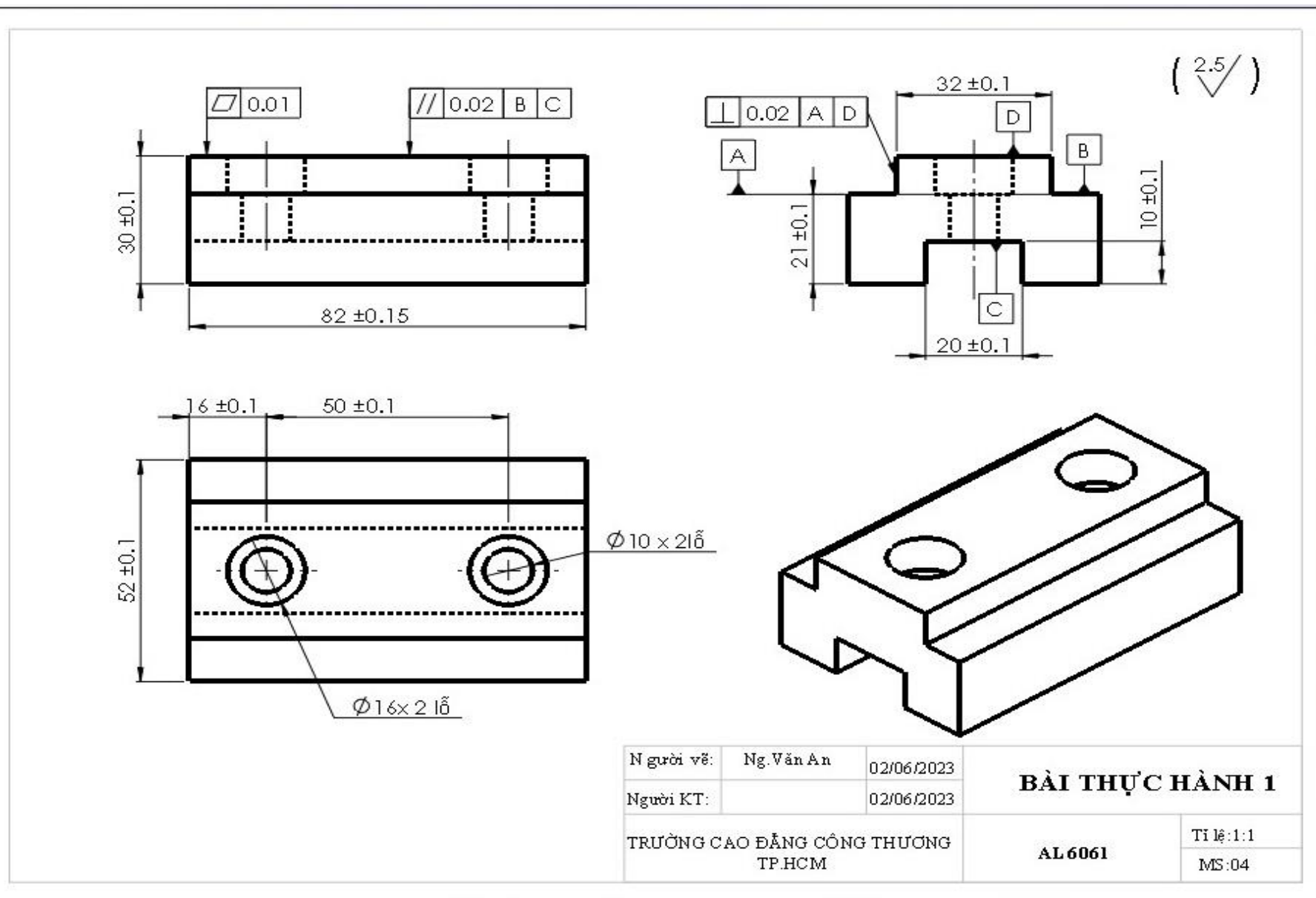
Họ và tên Sinh viên:.....				
Ngày: ; Tiết:				
Lớp:; Nhóm:; Số thứ tự:.....				
Chi tiết	Kích thước đo	Số lần đo	Giá trị đo (Kích thước thực)	Ghi chú
		1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		Giá trị đo = trung bình cộng của các lần đo		

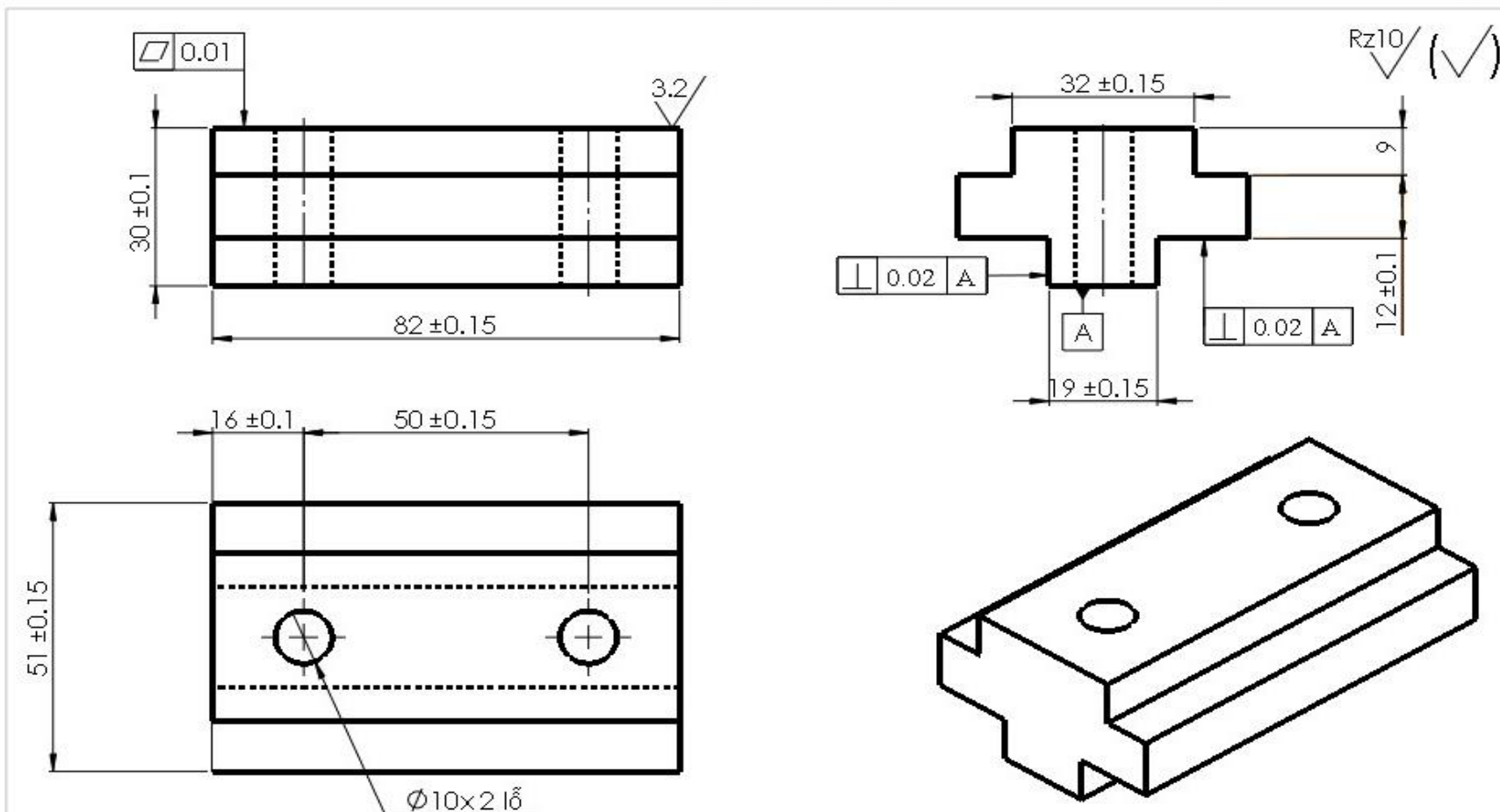
1.3. Phiếu đo 2:

- Sử dụng thước cặp đo, kiểm tra và điền vào phiếu sau (các chi tiết đo có bản vẽ ở mục 1.3);
- Vẽ lại bản vẽ chi tiết đã đo trên giấy A4, tra bảng điền đầy đủ dung sai kích thước chiều dài, dung sai vị trí hình dạng và độ nhám bề mặt theo các phương pháp gia công.

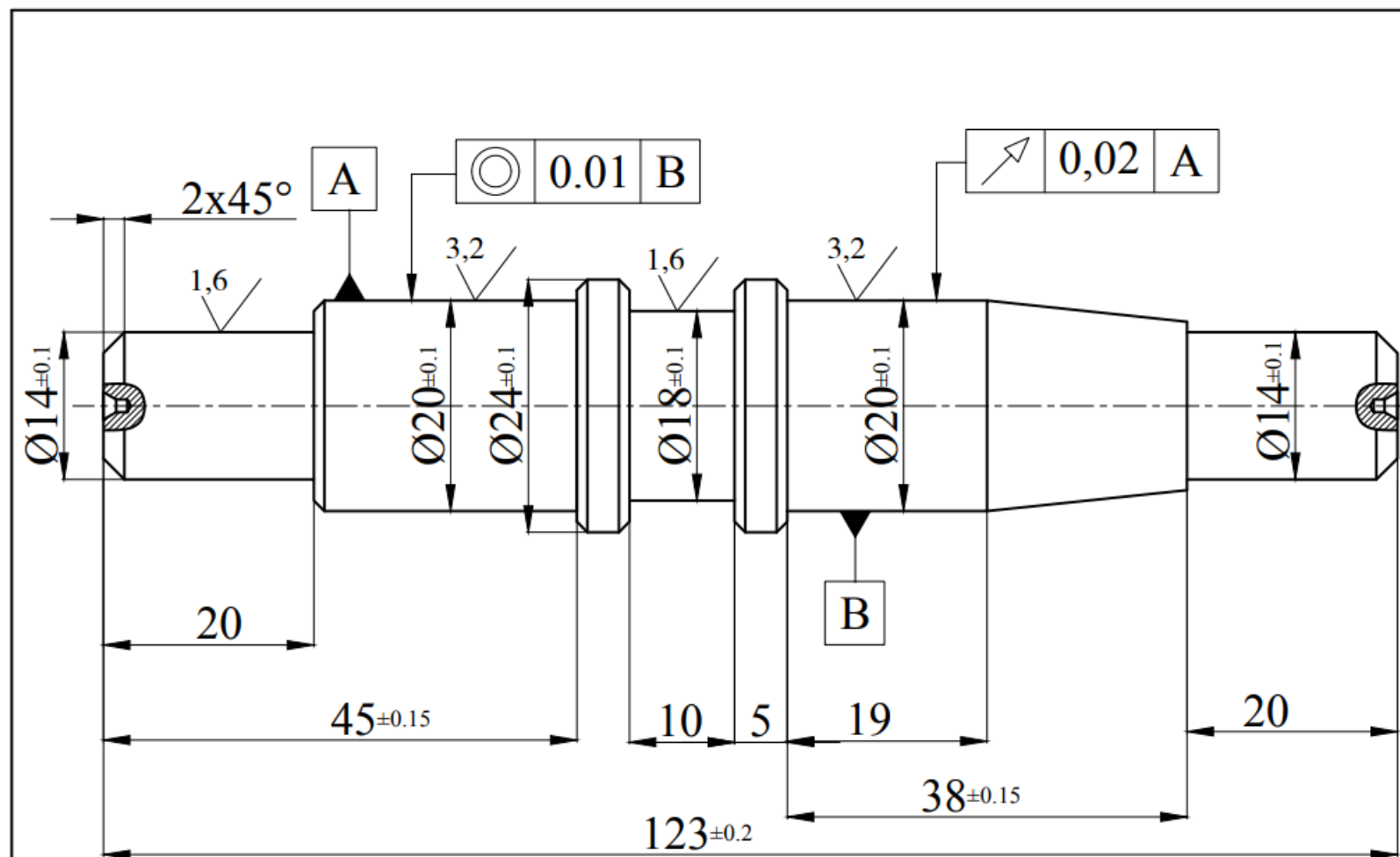
Họ và tên Sinh viên:.....										
Ngày: ; Tiết:										
Lớp:; Nhóm:; Số thứ tự:.....										
STT	Chi tiết	Đặc trưng		Sinh viên			Giảng viên			Ghi chú
		Kích thước đo	Dung sai	Thực tế	Đạt	Không đạt	Thực tế	Đạt	Không đạt	

1.3 Bản vẽ:





Người vẽ:	Ng Văn An	02/06/2023	BÀI THỰC HÀNH 2	
Người KT:		02/06/2023		
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG THƯƠNG TP.HCM			AL6061	Tỉ lệ: 1:1
				MS:02



Người vẽ	Nguyễn Văn An	02/06/2023	TRỤC	
Kiểm tra		02/06/2023		
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG THƯƠNG TP. HỒ CHÍ MINH			AL6061	Tỷ Lệ: 2:1 MS:03

1.4 Các lỗi sai hỏng thường gặp và các biện pháp phòng ngừa:

.....

.....

.....

.....

SAI HỎNG THƯỜNG GẶP, NGUYÊN NHÂN VÀ CÁCH PHÒNG TRÁNH

TT	Dạng hỏng	Nguyên nhân	Biện pháp phòng ngừa
1			
2			

Bài 2: Sử dụng thước Panme

2.1. Phiếu đo 1:

- Vẽ phác các hình chiếu của chi tiết đo;
- Sử dụng thước Panme để đo các chi tiết và ghi kết quả đo vào phiếu đo.

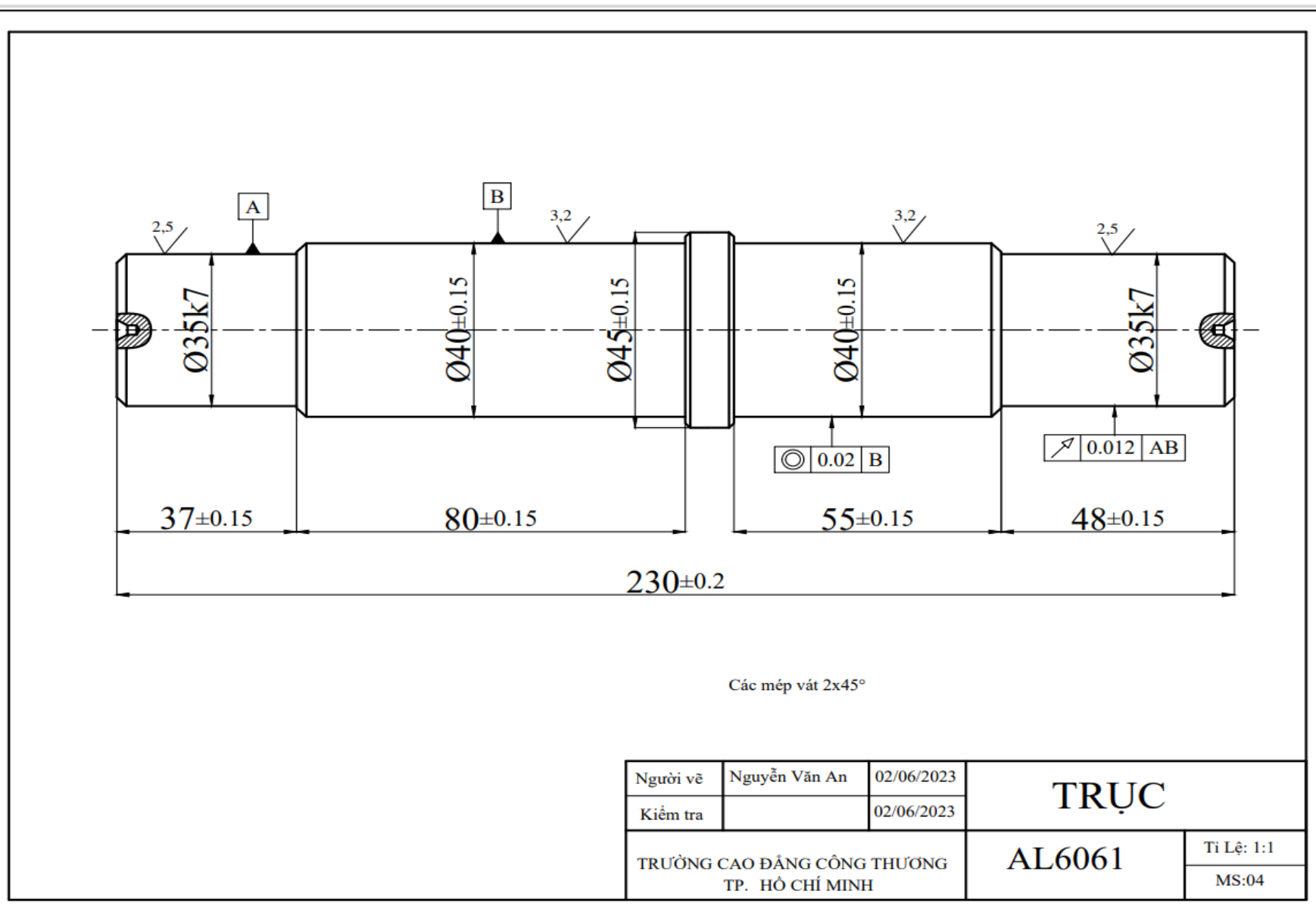
Họ và tên Sinh viên:.....				
Ngày: ; Tiết:				
Lớp:; Nhóm:; Số thứ tự:.....				
Chi tiết	Kích thước đo	Số lần đo	Giá trị đo (Kích thước thực)	Ghi chú
		1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		Giá trị đo = trung bình cộng của các lần đo		

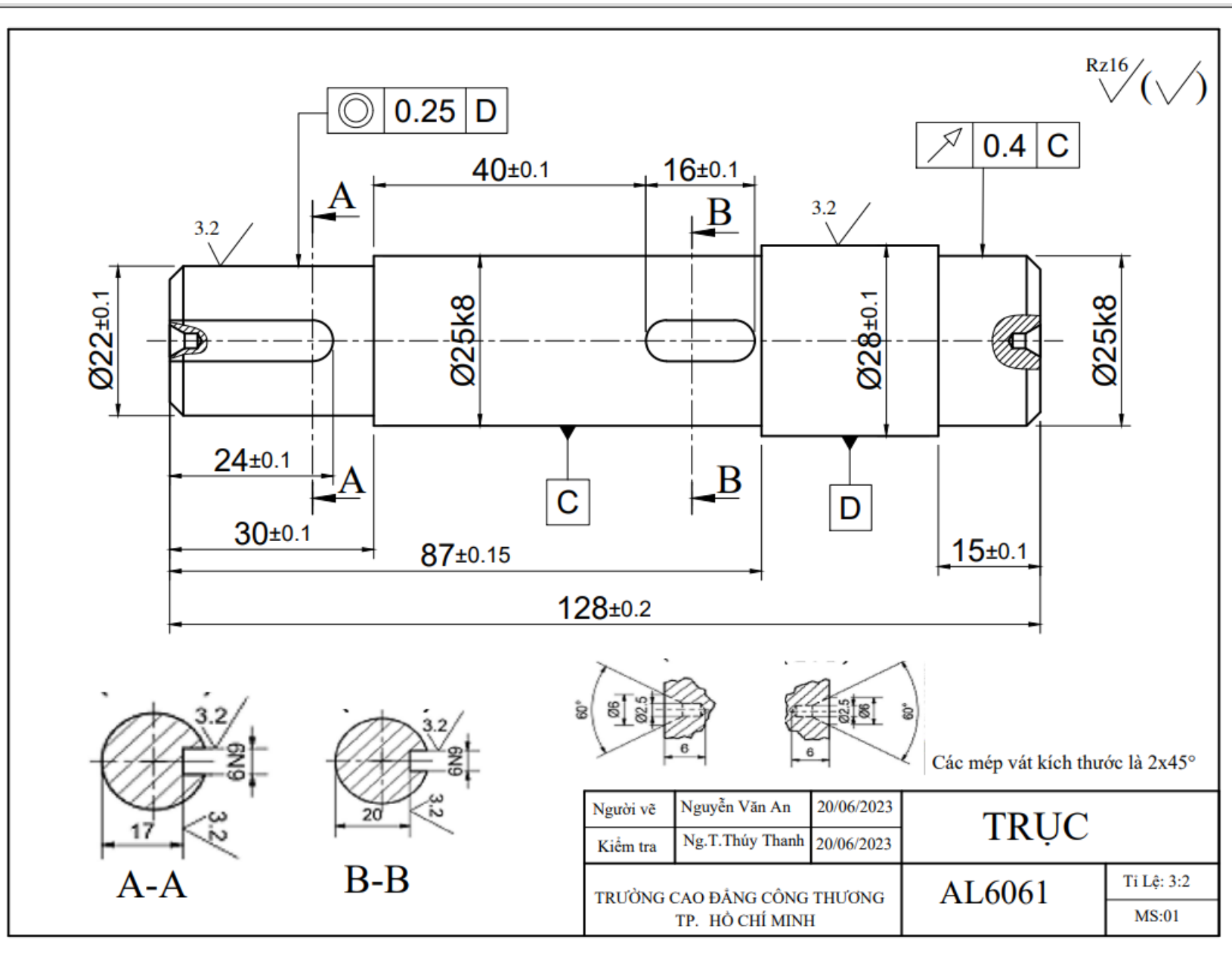
2.2. Phiếu đo 2:

- Sử dụng thước Panme đo, kiểm tra và điền vào phiếu sau (các chi tiết đo có bản vẽ ở mục 2.3);
- Vẽ lại bản vẽ chi tiết đã đo trên giấy A4, tra bảng điền đầy đủ dung sai kích thước chiều dài, dung sai vị trí hình dạng và độ nhám bề mặt theo các phương pháp gia công.

Họ và tên Sinh viên:.....										
Ngày: ; Tiết:										
Lớp:; Nhóm:; Số thứ tự:.....										
STT	Chi tiết	Đặc trưng		Sinh viên			Giảng viên			Ghi chú
		Kích thước đo	Dung sai	Thực tế	Đạt	Không đạt	Thực tế	Đạt	Không đạt	

2.3. Bản vẽ:





2.4 Các lỗi sai hỏng thường gặp và các biện pháp phòng ngừa:

.....

.....

.....

.....

SAI HỎNG THƯỜNG GẶP, NGUYÊN NHÂN VÀ CÁCH PHÒNG TRÁNH

TT	Dạng hỏng	Nguyên nhân	Biện pháp phòng ngừa
1			
2			

Bài 3: Sử dụng đồng hồ so và một số dụng cụ đo khác

- Sử dụng thước cặp, thước Panme, đồng hồ so, calíp, căn mẫu song song, thước đo góc, calíp côn giới hạn, bộ mẫu so độ nhám, ... để đo các chi tiết và ghi kết quả đo được vào phiếu đo;
- Vẽ lại bản vẽ chi tiết đã đo trên giấy A4, tra bảng điền đầy đủ dung sai kích thước chiều dài, dung sai vị trí hình dạng và độ nhám bề mặt theo các phương pháp gia công.

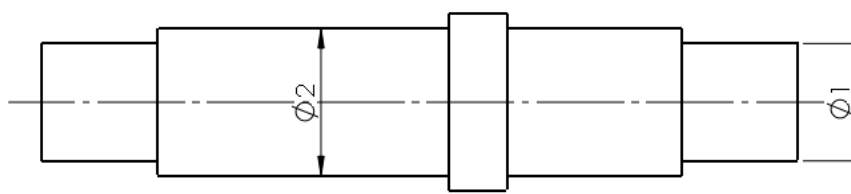
3.1. Phiếu đo 1:

3.1.1 Sử dụng đồng hồ so kiểm tra độ phẳng và điền vào phiếu đo sau:

Kết quả đo độ phẳng

Trị số đo được	Kích thước đo
Giá trị sai lệch lớn nhất	$\Delta_{\max} =$
Giá trị sai lệch nhỏ nhất	$\Delta_{\min} =$
Sai lệch độ phẳng thực tế	$\Delta_{\text{phẳng}} = \Delta_{\max} - \Delta_{\min} =$
Kết luận	

3.1.2 Sử dụng đồng hồ so kiểm tra độ tròn, độ đồng trục, độ đảo mặt đầu và điền vào phiếu đo sau:



a) Kết quả đo độ tròn

Trị số đo được	Tiết diện đo	
	1-1	2-2
Giá trị sai lệch lớn nhất	$\Delta_{\max} =$	$\Delta_{\max} =$
Giá trị sai lệch nhỏ nhất	$\Delta_{\min} =$	$\Delta_{\min} =$
Sai lệch độ tròn thực tế	$\Delta_{\text{tròn}} = \Delta_{\max} - \Delta_{\min} =$	
Kết luận		

b) Kết quả đo độ đồng trục của Φ_1 so với Φ_2

Trị số đo được	Tiết diện đo	
	1-1	2-2
Giá trị sai lệch lớn nhất	$\Delta_{\max} =$	$\Delta_{\max} =$
Giá trị sai lệch nhỏ nhất	$\Delta_{\min} =$	$\Delta_{\min} =$
Sai lệch độ đồng trục thực tế	$\Delta_{\text{đồng trục}} =$	
Kết luận		

c) Kết quả đo độ đảo mặt đầu

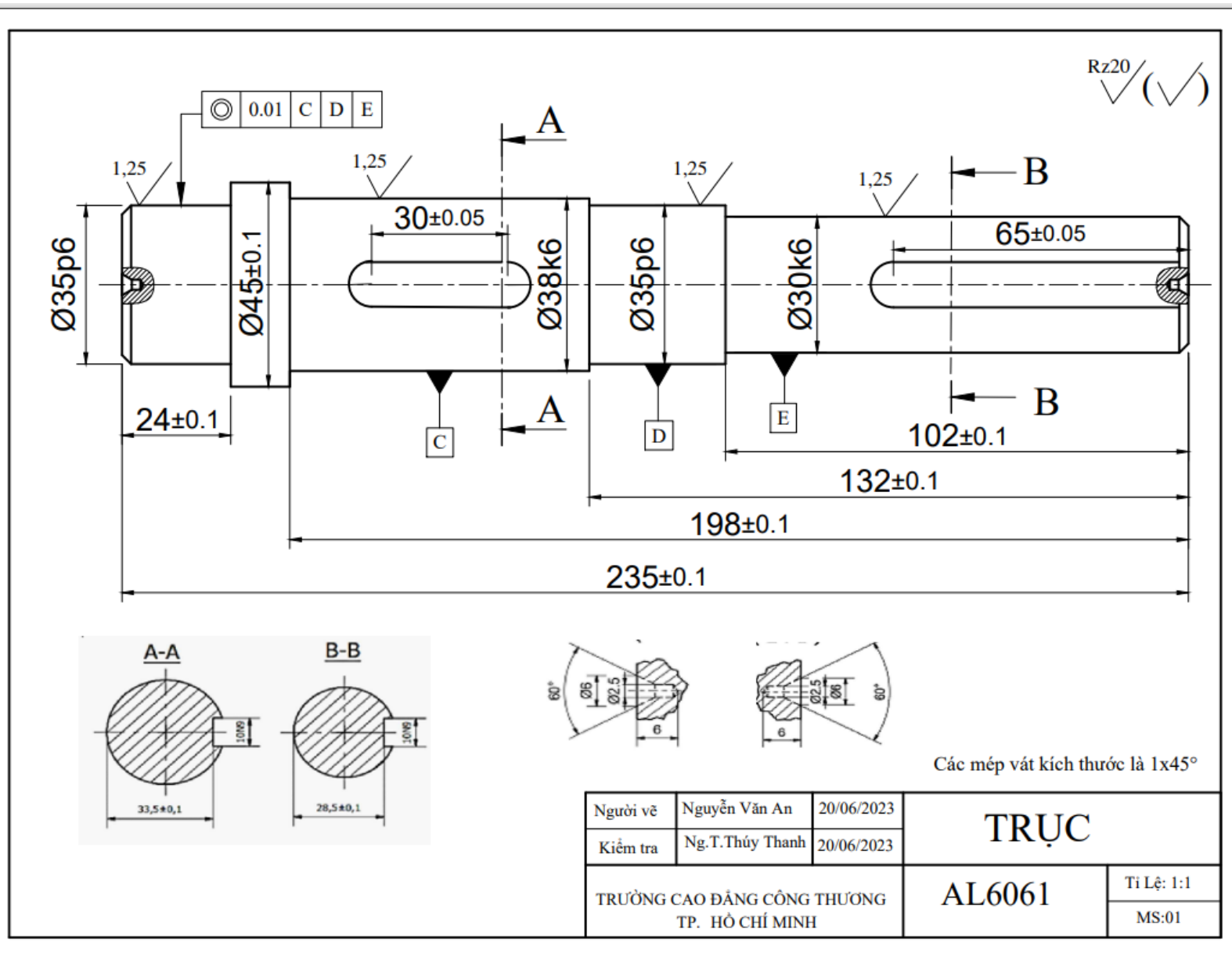
Trị số đo được	Tiết diện đo	
	1-1	2-2
Giá trị sai lệch lớn nhất	$\Delta_{\max} =$	$\Delta_{\max} =$
Giá trị sai lệch nhỏ nhất	$\Delta_{\min} =$	$\Delta_{\min} =$
Sai lệch độ đảo mặt đầu thực tế	$\Delta_{\text{đmđ}} =$	
Kết luận		

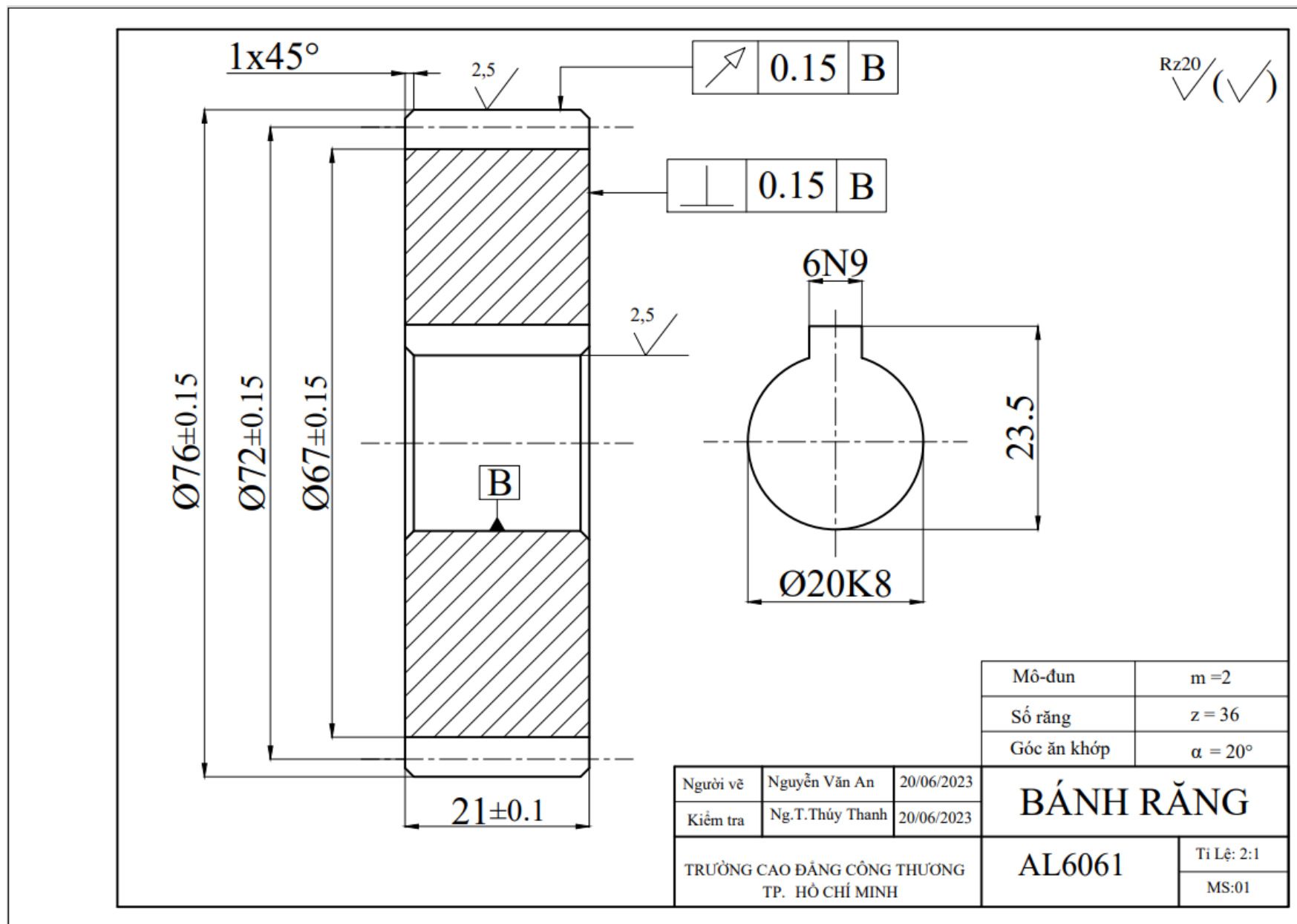
3.2. Phiếu đo 2: Sinh viên sử dụng đồng hồ so và một số dụng cụ đo khác đo, kiểm tra và điền vào phiếu sau

- Sử dụng thước cặp, thước Panme, đồng hồ so, calíp, căn mẫu song song, thước đo góc, calíp côn giới hạn, bộ mẫu so độ nhám, ... để đo, kiểm tra các chi tiết và ghi kết quả đo được vào phiếu đo. (các chi tiết đo có bản vẽ ở mục 3.3);
- Vẽ lại bản vẽ chi tiết đã đo trên giấy A4, tra bảng điền đầy đủ dung sai kích thước chiều dài, dung sai vị trí hình dạng và độ nhám bề mặt theo các phương pháp gia công.

Họ và tên Sinh viên:.....											
Ngày: ; Tiết:											
Lớp:; Nhóm:; Số thứ tự:.....											
STT	Chi tiết		Đặc trưng		Sinh viên			Giảng viên			Ghi chú
			Kích thước đo	Dung sai	Thực tế	Đạt	Không đạt	Thực tế	Đạt	Không đạt	

3.3. Bản vẽ:





3.4 Các lỗi sai hỏng thường gặp và các biện pháp phòng ngừa:

.....

.....

.....

.....

SAI HỎNG THƯỜNG GẶP, NGUYÊN NHÂN VÀ CÁCH PHÒNG TRÁNH

TT	Dạng hỏng	Nguyên nhân	Biện pháp phòng ngừa
1			
2			

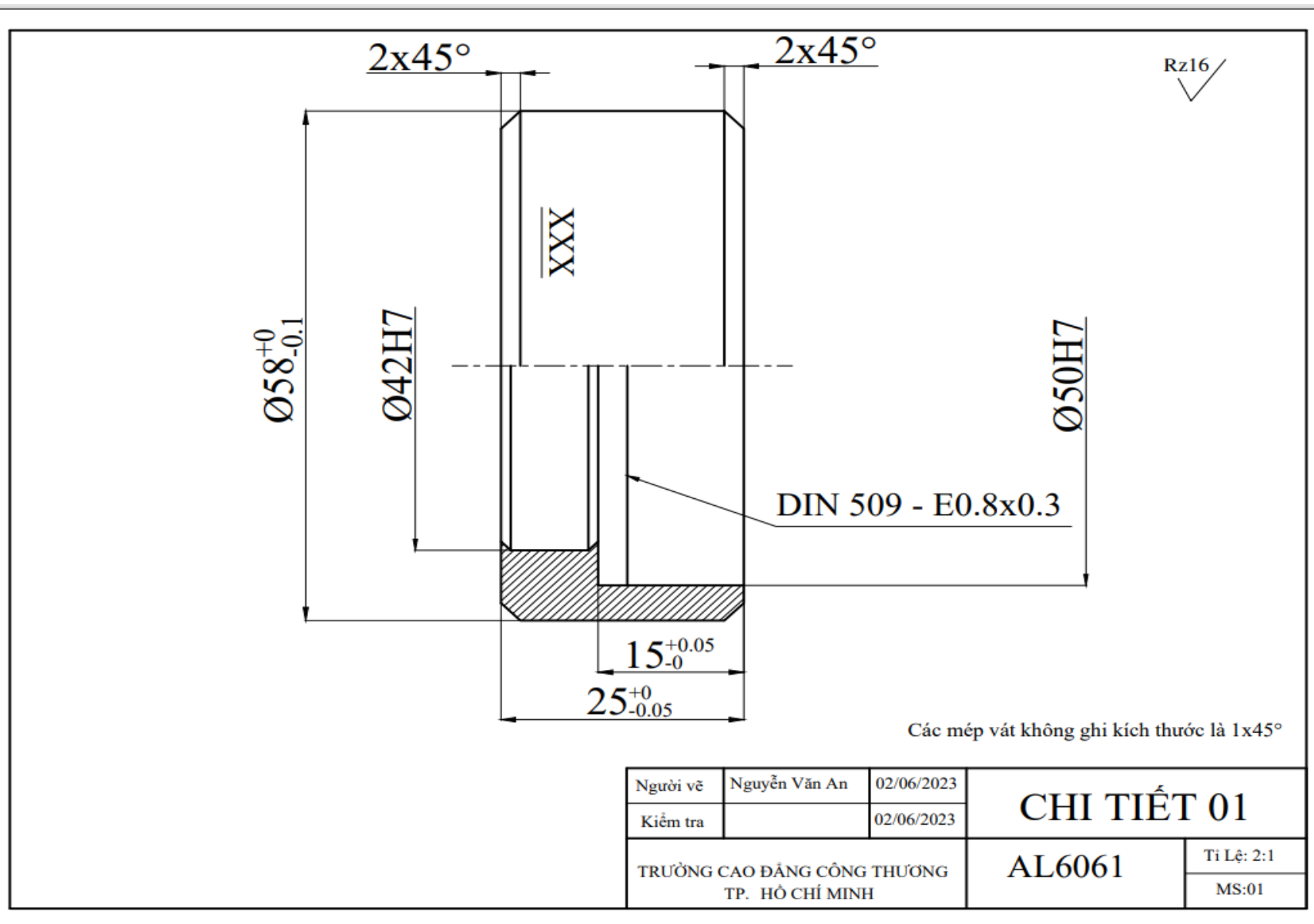
Bài 4: Sử dụng các dụng cụ đo tổng hợp

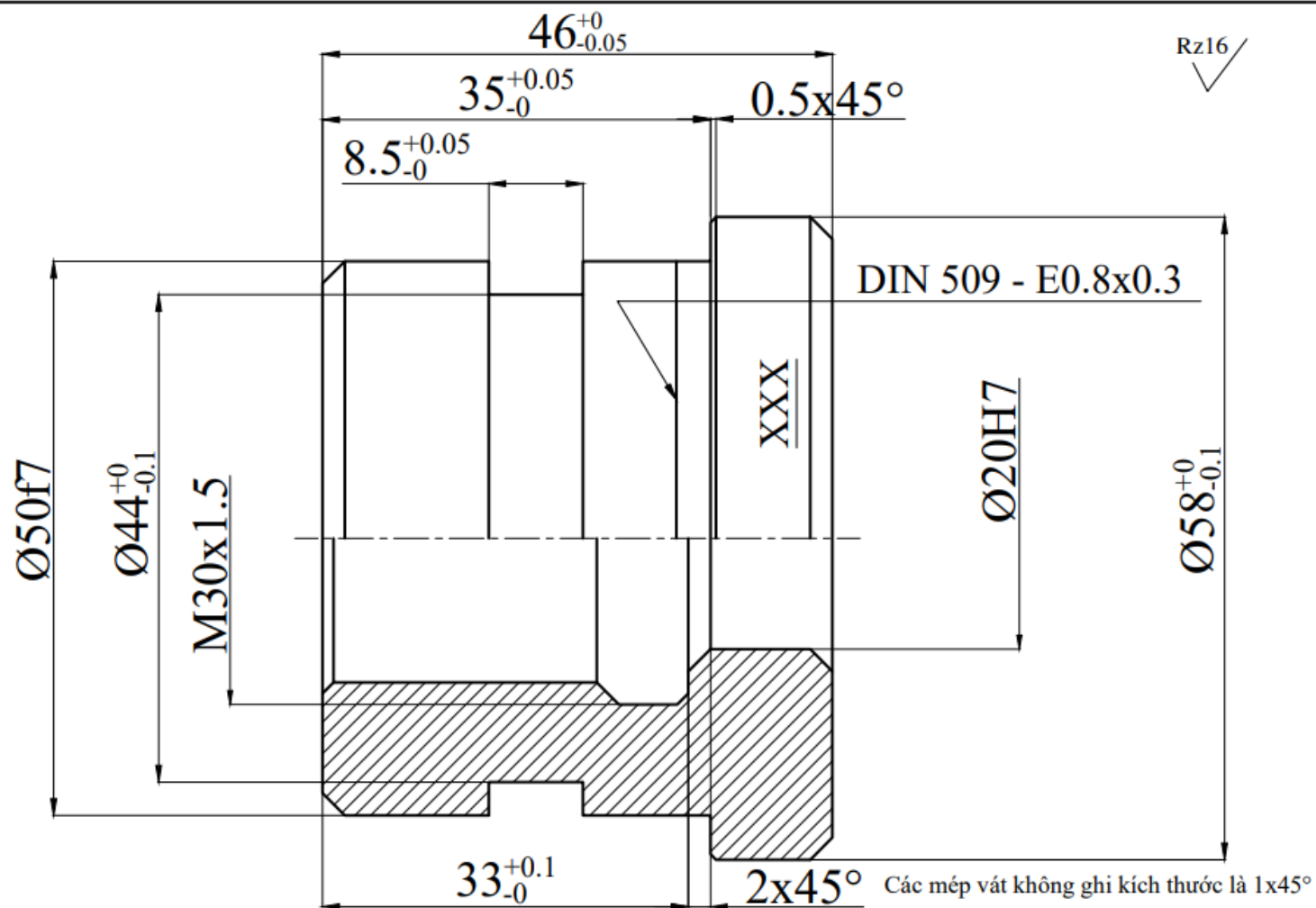
- Sử dụng thước cặp, thước Panme, đồng hồ so, calíp, căn mẫu song song, thước đo góc, calíp côn giới hạn, bộ mẫu so độ nhám; để đo, kiểm tra các chi tiết có bản vẽ ở mục 4.2 và ghi kết quả đo được vào phiếu đo.
- Vẽ lại bản vẽ chi tiết đã đo trên giấy A4, tra bảng điền đầy đủ dung sai kích thước chiều dài, dung sai vị trí hình dạng và độ nhám bề mặt theo các phương pháp gia công.

4.1 Phiếu đo: Sử dụng các dụng cụ đo tổng hợp đo, kiểm tra và điền vào phiếu sau

Họ và tên Sinh viên:..... Ngày: ; Tiết: Lớp:; Nhóm:; Số thứ tự:.....										
STT	Chi tiết	Đặc trưng		Sinh viên			Giảng viên			Ghi chú
		Kích thước đo	Dung sai	Thực tế	Đạt	Không đạt	Thực tế	Đạt	Không đạt	

4.2 Bản vẽ:





Người vẽ	Nguyễn Văn An	02/06/2023	CHI TIẾT 02	
Kiểm tra		02/06/2023		
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG THƯƠNG TP. HỒ CHÍ MINH			AL6061	Tỷ Lệ: 2:1 MS:01



4.3 Các lỗi sai hỏng thường gặp và các biện pháp phòng ngừa:

.....

.....

.....

.....

SAI HỎNG THƯỜNG GẶP, NGUYÊN NHÂN VÀ CÁCH PHÒNG TRÁNH

TT	Dạng hỏng	Nguyên nhân	Biện pháp phòng ngừa
1			
2			

TÀI LIỆU THAM KHẢO

I. SÁCH:

- [1]. PGS.TS. Ninh Đức Tồn, GVC. Nguyễn Thị Xuân Bảy, “Giáo trình dung sai lắp ghép và kỹ thuật đo lường”, NXB GD, Năm 2009;
- [2]. PGS.TS. Ninh Đức Tồn, “Dung sai và lắp ghép”, NXB GD, Năm 2012;
- [3]. KS. Nghiêm Thị Phương (chủ biên), KS. Cao Kim Ngọc, “Giáo trình đo lường kỹ thuật”, NXB Hà Nội, Năm 2015 ;
- [4]. PGS.TS. Ninh Đức Tồn, TS. Nguyễn Trọng Hùng, “Kỹ thuật đo”, NXB GD, Năm 2015;
- [5]. PGS.TS. Ninh Đức Tồn, TS. Nguyễn Trọng Hùng, ThS. Nguyễn Thị Cẩm Tú, “Bài tập Kỹ thuật đo”, NXB GD, Năm 2016;
- [6]. “Hệ thống ISO về dung sai lắp ghép”, Tiêu chuẩn Việt Nam, Hà Nội, Năm 2019;
- [7]. Trần Quốc Hùng, “Dung sai kỹ thuật đo”, Trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM, Năm 2010;
- [8]. TS. Nguyễn Dân, KS. Nguyễn Hữu Thương, “Giáo trình dung sai lắp ghép”, Trường Đại học Công nghiệp TPHCM, Năm 2018;
- [9]. Nourney, Vollmer GmbH & Co.KG, “Sổ tay cơ khí”, NXB EUROPA-LEHRMITTEL, Năm 2020;

II. TRANG WEB:

- [1]. Các trang web: dungsai.vn; doluong.com.