



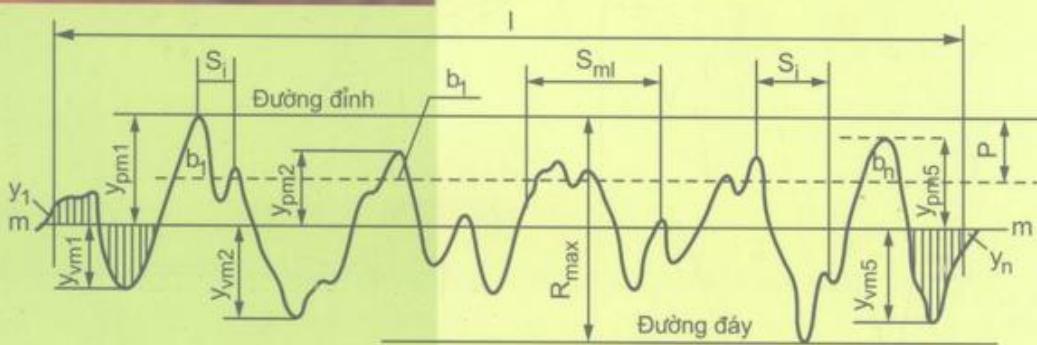
SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH

Kỹ thuật đo lường và dung sai lắp ghép



DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG
TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

TRỊNH DUY ĐỒ (*Chủ biên*)

GIÁO TRÌNH

**KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG VÀ
DUNG SAI LẮP GHÉP**

(Dùng trong các trường THCN)

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2005

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI
4 - TỔNG DUY TÂN, QUẬN HOÀN KIẾM, HÀ NỘI
ĐT: (04) 8252916, 8257063 - FAX: (04) 8257063

GIÁO TRÌNH
**KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG VÀ
DUNG SAI LẮP GHÉP**
NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2005

Chủ biên
TRỊNH DUY ĐỖ
Tham gia biên soạn
TRẦN MINH MẠNH
NGUYỄN XUÂN LINH
NGÔ VĂN PHƯƠNG
Chịu trách nhiệm xuất bản
NGUYỄN KHẮC OÁNH
Biên tập
PHẠM QUỐC TUẤN
Bìa
PHAN ANH TÚ
Kỹ thuật vi tính
HẢI YẾN
Sửa bản in
PHẠM QUỐC TUẤN

Mã số: 373 - 7.373 15/407/05
HN - 05

In 1000 cuốn, khổ 17 x 24cm, tại Nhà in Hà Nội.
Giấy phép xuất bản số: 15GT/407 CXB ngày 29/3/2005
In xong và nộp lưu chiểu tháng 7 năm 2005.

Lời giới thiệu

Nước ta đang bước vào thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa nhằm đưa Việt Nam trở thành nước công nghiệp văn minh, hiện đại.

Trong sự nghiệp cách mạng to lớn đó, công tác đào tạo nhân lực luôn giữ vai trò quan trọng. Báo cáo Chính trị của Ban Chấp hành Trung ương Đảng Cộng sản Việt Nam tại Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ IX đã chỉ rõ: “Phát triển giáo dục và đào tạo là một trong những động lực quan trọng thúc đẩy sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa, là điều kiện để phát triển nguồn lực con người - yếu tố cơ bản để phát triển xã hội, tăng trưởng kinh tế nhanh và bền vững”.

Quán triệt chủ trương, Nghị quyết của Đảng và Nhà nước và nhận thức đúng đắn về tầm quan trọng của chương trình, giáo trình đối với việc nâng cao chất lượng đào tạo, theo đề nghị của Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội, ngày 23/9/2003, Ủy ban nhân dân thành phố Hà Nội đã ra Quyết định số 5620/QĐ-UB cho phép Sở Giáo dục và Đào tạo thực hiện để áp biến soạn chương trình, giáo trình trong các trường Trung học chuyên nghiệp (THCN) Hà Nội. Quyết định này thể hiện sự quan tâm sâu sắc của Thành ủy, UBND thành phố trong việc nâng cao chất lượng đào tạo và phát triển nguồn nhân lực Thủ đô.

Trên cơ sở chương trình khung của Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành và những kinh nghiệm rút ra từ thực tiễn đào tạo, Sở Giáo dục và Đào tạo đã chỉ đạo các trường THCN tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình một cách khoa học, hệ

thông và cập nhật những kiến thức thực tiễn phù hợp với đối tượng học sinh THCN Hà Nội.

Bộ giáo trình này là tài liệu giảng dạy và học tập trong các trường THCN ở Hà Nội, đồng thời là tài liệu tham khảo hữu ích cho các trường có đào tạo các ngành kỹ thuật - nghiệp vụ và động đúc bạn đọc quan tâm đến vấn đề hướng nghiệp, dạy nghề.

Việc tổ chức biên soạn bộ chương trình, giáo trình này là một trong nhiều hoạt động thiết thực của ngành giáo dục và đào tạo Thủ đô để kỷ niệm “50 năm giải phóng Thủ đô”, “50 năm thành lập ngành” và hướng tới kỷ niệm “1000 năm Thăng Long - Hà Nội”.

Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội chân thành cảm ơn Thành ủy, UBND, các sở, ban, ngành của Thành phố, Vụ Giáo dục chuyên nghiệp Bộ Giáo dục và Đào tạo, các nhà khoa học, các chuyên gia đầu ngành, các giảng viên, các nhà quản lý, các nhà doanh nghiệp đã tạo điều kiện giúp đỡ, đóng góp ý kiến, tham gia Hội đồng phản biện, Hội đồng thẩm định và Hội đồng nghiệm thu các chương trình, giáo trình.

Đây là lần đầu tiên Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình. Dù đã hết sức cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, bất cập. Chúng tôi mong nhận được những ý kiến đóng góp của bạn đọc để từng bước hoàn thiện bộ giáo trình trong các lần tái bản sau.

GIÁM ĐỐC SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

Lời nói đầu

Với tính chất là tài liệu học tập dùng trong trường trung học ngành cơ khí nông nghiệp nên nội dung giáo trình chỉ hạn chế trong những vấn đề chủ yếu cần thiết nhất. Giáo trình cũng có thể làm tài liệu tham khảo cho những người làm công việc thiết kế và chế tạo máy.

Nội dung giáo trình “Kỹ thuật đo lường và dụng sai lắp ghép” nghiên cứu về độ chính xác và việc lắp ghép các chi tiết máy, đồng thời giới thiệu kết cấu các dụng cụ và những phương pháp đo lường dùng để kiểm tra các chi tiết máy. Mục đích của môn học nhằm giúp học sinh hiểu được các khái niệm cơ bản về dụng sai lắp ghép, cách sử dụng hệ thống TCVN trong lĩnh vực cơ khí, kỹ năng sử dụng các dụng cụ đo thông dụng... để ứng dụng trong lĩnh vực thiết kế, chế tạo, bảo dưỡng, sửa chữa máy. Cụ thể là hiểu được những khái niệm cơ bản về dụng sai, thành thạo cách tính dụng sai, sử dụng các bảng chuẩn và ứng dụng dụng sai trong các mối ghép thông dụng. Sử dụng thành thạo các dụng cụ đo thông thường như thước cặp, panme... Nội dung môn học gồm 3 chương:

Chương 1. Kỹ thuật đo lường

Chương 2. Những khái niệm cơ bản về dụng sai lắp ghép

Chương 3. Dụng sai lắp ghép của các mối ghép thông dụng

Trong khi biên soạn, chúng tôi đã thực hiện phương châm “Khoa học - hiện đại - thực tiễn - kế thừa” nhưng chắc chắn không khỏi có những thiếu sót cần bổ sung. Chúng tôi tha thiết mong được sự góp ý chân thành của độc giả và các bạn đồng nghiệp để chỉnh lý, bổ sung cho tài liệu hoàn chỉnh và chất lượng ngày càng cao.

NHÓM BIÊN SOẠN

Bài mở đầu

1. Vai trò kỹ thuật đo lường

Kỹ thuật đo lường xuất hiện từ rất sớm, ngay từ khi con người biết cách chế tạo công cụ lao động để sản xuất ra của cải vật chất. Bắt nguồn từ yêu cầu của sản xuất và đời sống con người, mục đích và tác dụng của nó là phục vụ sản xuất, phục vụ con người. Do vậy, cùng với sự phát triển của xã hội loài người, đo lường cũng ngày càng phát triển. Từ những phép đo còn mang nặng tính áng chừng, số đại lượng cần đo cũng như có thể đo được còn rất hạn chế,... đến nay người ta ngày càng tìm ra nhiều phương pháp đo mới, chế tạo được các phương tiện đo mới, các chuẩn mới để thể hiện đơn vị đo, số đại lượng đo được cũng ngày càng nhiều và độ chính xác của các phép đo ngày càng cao.

Các phép đo không chỉ định lượng những mối quan hệ đã biết về mặt định tính, và quan trọng hơn còn là để hiểu biết được sâu sắc các hiện tượng tự nhiên. Nhờ các phép đo, con người khẳng định được với độ chính xác ngày càng cao, hoàn thiện nhận thức của con người đối với tự nhiên, mối quan hệ định lượng giữa các hiện tượng, sự vật và quá trình trong tự nhiên, từ đó đã có các phát minh về vật lý, toán học và các ngành khoa học khác,... thậm chí dẫn tới chỗ phải thay đổi triệt để những quan điểm hiện hành về thế giới xung quanh và những bí ẩn của thiên nhiên lại được con người khám phá thêm...

Đo lường tạo điều kiện cho mọi ngành khoa học phát triển. Mặt khác, những đòi hỏi của khoa học đối với đo lường cũng như thành tựu mới của nó lại tạo điều kiện thúc đẩy đo lường phát triển, điều này thể hiện rõ nét trong ứng dụng các thành tựu vật lý học để nâng cao độ chính xác của các chuẩn cơ bản, để sáng tạo ra các phương pháp và phương tiện đo mới,...

Đối với kỹ thuật, vai trò của đo lường học cũng rất quan trọng. Trong mọi lĩnh vực, ở mọi khâu, từ thiết kế, sản xuất, xác định chất lượng sản phẩm đến bảo quản, sử dụng,... đều phải dựa vào các phép đo đặc trưng như độ dài, thể

tích, khối lượng, nhiệt độ, độ ẩm, độ nhám,... Trình độ kỹ thuật sẽ không đạt được như ngày nay nếu không thực hiện được hệ thống các phép đo tự động, vạn năng và đủ chính xác để điều khiển mọi quá trình công nghệ.

Ngày nay, đo lường được công nhận là một trong ba yếu tố quyết định khả năng tiến bộ của khoa học, kỹ thuật ở các nước công nghiệp phát triển, đó là tình hình năng lượng, chất lượng vật liệu dùng trong sản xuất và trình độ đo lường.

Trong nền sản xuất công nghiệp hiện đại, tầm quan trọng của đo lường càng lớn, nó không những thâm nhập vào mọi ngành sản xuất sản phẩm, chế biến thực phẩm, giao thông,... mà còn giữ vị trí hàng đầu trong việc đánh giá nguồn nguyên liệu dự trữ, trong việc đảm bảo tính lắp lắn, tạo điều kiện phát triển sản xuất theo dây chuyền hàng loạt, trong việc đảm bảo chất lượng sản phẩm và an toàn lao động. Từ đó đo lường góp phần nâng cao hiệu quả lao động của toàn xã hội và thỏa mãn ngày càng tốt hơn các nhu cầu của đời sống nhân dân.

Đo lường ngày nay trở thành một yếu tố chung nhất của mọi quá trình lao động, được đông đảo người tham gia. Thông tin đo lường trở thành sản phẩm cực kỳ quan trọng trong hoạt động của con người, vì chất lượng phép đo quyết định trực tiếp mọi tiến bộ trong khoa học, kỹ thuật, trong các quá trình công nghệ và nghiên cứu vật liệu. Đo lường đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển của toàn bộ nền kinh tế quốc dân và nó phải đi trước một bước để tạo ra tiền đề hoàn thiện các lĩnh vực khoa học - kỹ thuật và sản xuất.

2. Khái niệm về tính đối lắn

Máy hay một sản phẩm cơ khí nào đó được tập hợp từ nhiều đơn vị lắp riêng biệt. Đó là các bộ phận và chi tiết máy. Vì vậy, trong quá trình chế tạo, đầu tiên chế tạo các chi tiết sau đó lắp ghép thành các cụm, bộ phận máy... và cuối cùng mới lắp ghép thành máy hoàn chỉnh.

Mỗi chi tiết trong cụm máy hoặc cụm máy trong máy đều thực hiện một chức năng xác định, ví dụ đai ốc vặn vào bu lông có chức năng bắt chặt, pit tông chuyển động trong xy lanh thực hiện chức năng nén khí, gây nổ và phát lực...

Khi gia công các chi tiết riêng biệt đó không thể đạt được kích thước chính xác tuyệt đối với một loạt chi tiết. Cùng một chi tiết nhưng tại mỗi vị trí mặt cắt khác nhau thì cũng khác nhau, sự khác nhau đó do nhiều nguyên nhân như: độ không chính xác, độ mòn, đồ gá... của thiết bị gia công, sự không đồng nhất

của phôi, do sử dụng dụng cụ đo và phương pháp đo, do sai số của hệ thống công nghệ (máy - dao - đồ gá), do ảnh hưởng của nhiệt độ...

Trong thực tế, người thiết kế, chế tạo hay sử dụng mong muốn các chi tiết có cùng tên gọi, số hiệu có thể thay thế cho nhau một cách dễ dàng khi lắp và sửa chữa. Điều đó có nghĩa: các chi tiết cùng tên, cùng số hiệu phải có tính đồng nhất về kích thước, hình dáng, độ bền, ...

Các chi tiết máy cùng loại, có khả năng thay lắp lẫn cho nhau trong máy hoặc bộ phận máy, không cần phải sửa chữa mà vẫn đảm bảo yêu cầu về chất lượng kỹ thuật và hiệu quả kinh tế được gọi là các chi tiết máy có tính đổi lắp chức năng. Thí dụ ổ lăn, bulông - đai ốc, đui các bóng đèn điện, các linh kiện điện tử, bán dẫn...

Những ngành sản xuất lớn như: Chế tạo máy công cụ, chế tạo ô tô máy kéo, chế tạo máy động lực... phần lớn các chi tiết máy được chế tạo theo hướng đổi lắp chức năng. Tính đổi lắp chức được phân theo các mức:

- Lắp lắp hoàn toàn: Là loại lắp ráp mà bất kỳ chi tiết gia công nào trong một lô chi tiết được chế tạo, không cần lựa chọn, không cần phải sửa lắp mà các chi tiết vẫn đảm bảo yêu cầu lắp ghép như nhau thì gọi là chi tiết máy có tính “đổi lắp chức năng hoàn toàn”. Đó là điều mong muốn.

- Lắp lắp không hoàn toàn: Là loại lắp ráp mà trong một lô chi tiết được chế tạo không phải bất kỳ chi tiết nào cũng có thể thay thế được chi tiết khác mà cần phải chọn lọc các chi tiết và phân thành các nhóm để lắp vì trong thực tế sản xuất việc sử dụng tính “trao đổi lắp chức năng hoàn toàn” có thể bị hạn chế do đòi hỏi độ chính xác cao, nhiều khi phương tiện kỹ thuật của cơ sở sản xuất không cho phép hoặc nếu có sản xuất được thì giá thành sản phẩm cao. Trong trường hợp ấy, để xem xét đến khó khăn do chế tạo và để hạ giá thành sản phẩm, người ta cho phép chế tạo những chi tiết máy có độ chính xác thấp hơn so với yêu cầu. Nhưng để đảm bảo chất lượng của lắp ghép, sau khi chi tiết chế tạo xong được phân chia thành từng nhóm để không cần phải sửa chữa lại mà vẫn lắp ghép được. Như vậy, tính đổi lắp chức năng không hoàn toàn chỉ đảm bảo trong phạm vi mỗi nhóm.

Tính đổi lắp chức năng là nguyên tắc của thiết kế, chế tạo. Theo nguyên tắc đó mà người thiết kế định trị số dung sai cho các thông số chức năng chi tiết và bộ phận máy xuất phát từ yêu cầu của chỉ tiêu sử dụng máy.

3. Ý nghĩa thực tiễn của tính đổi lắn chức năng

3.1. Đối với sử dụng

- Tính đổi lắn chức năng giúp cho người sử dụng thuận tiện, mau chóng thay thế. Đơn giản trong quá trình sử dụng như thiết bị có thể một nơi, chi tiết thay thế có thể ở một nơi khác. Ví dụ: Có thể thay thế mọi bóng đèn điện vào một đui đèn cùng loại hoặc thay vòng bi cùng loại cho các máy móc khác nhau,...

- Trong các nhà máy xí nghiệp, việc thay thế nhanh chóng làm giảm thời gian ngừng máy, thiết bị để sửa chữa; giúp kế hoạch sản xuất giảm được thời gian bị gián đoạn, nâng cao hiệu suất sử dụng máy...

3.2. Đối với công việc sản xuất, chế tạo

- Tính lắp lắn liên kết các sản phẩm với nhau và làm đơn giản công việc của người thiết kế và người lập quy trình công nghệ chế tạo. Ví dụ khi thiết kế một máy nào đó, người ta không phải tính toán, thiết kế và lập quy trình công nghệ chế tạo các chi tiết như vòng bi, bu lông - đai ốc... bởi vì các chi tiết này được chế tạo tại các nhà máy chuyên môn hoá và nó đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật, tính lắp lắn cho nhiều loại máy khác.

- Tính lắp lắn giúp cho người thiết kế tạo ra các máy móc có kích thước gọn nhẹ và thuận tiện, có khả năng thay thế các đơn vị lắp sau một thời gian làm việc.

- Thiết kế, chế tạo chi tiết theo nguyên tắc đổi lắn chức năng tạo điều kiện thuận lợi cho việc sản xuất các chi tiết dự trữ thay thế. Nhờ đó mà quá trình sử dụng các sản phẩm công nghiệp sẽ tiện lợi rất nhiều.

- Tính lắp lắn là cơ sở để tiêu chuẩn hoá các chi tiết bộ phận máy trong phạm vi quốc gia và quốc tế. Tạo điều kiện để chuyên môn hoá cao, đầu tư trang thiết bị và phương pháp công nghệ tiên tiến đạt chất lượng chế tạo cao, giá thành hạ,...

Tóm lại: Tính lắp lắn tạo tiền đề cho tiêu chuẩn hoá, mang lại lợi ích rất lớn về kinh tế và quản lý sản xuất.

Sở dĩ loạt chi tiết đạt được tính đổi lắn chức năng là vì chúng được chế tạo giống nhau, tất nhiên không thể giống nhau tuyệt đối được mà chúng có sai khác nhau trong một phạm vi cho phép nào đó. Chẳng hạn các thông số hình học của chi tiết như kích thước, hình dạng... chỉ được sai khác nhau trong một phạm vi cho phép gọi là dung sai. Giá trị dung sai ấy được người thiết kế tính toán và quy định dựa trên nguyên tắc của tính đổi lắn chức năng.

Chương 1

KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG

Mục tiêu

- Về kiến thức: Học sinh phải hiểu được các đơn vị đo và hệ thống đo lường, các nguyên nhân gây ra sai số trong phép đo.
- Về kỹ năng: Phải sử dụng thành thạo các dụng cụ đo thông thường như: thước cặp, pan me,... thành thạo cách đọc và ghi giá trị đo, để áp dụng đo một số thông số hình học về kích thước chiều dài, đo góc, độ côn và đo kiểm tra một số thông số sử dụng máy dùng trong nông nghiệp.

Nội dung

- Giới thiệu một số cơ sở đo lường: Đơn vị đo, hệ thống đơn vị đo và các phương pháp đo.
- Các dụng cụ đo lường thông thường: Thước cặp, pan me,...
- Phương pháp đo các thông số hình học thông dụng: Đo độ dài, đo góc, đo độ côn,...
- Dụng cụ thông dụng đo, kiểm tra một số thông số sử dụng máy dùng trong nông nghiệp.

Để đạt hiệu quả kinh tế cho nền sản xuất, trước hết phải đảm bảo chất lượng trong sản xuất và việc đảm bảo chất lượng sản phẩm không đơn thuần là kiểm tra sản phẩm sau khi chế tạo mà cái chính là phải vạch ra các nguyên nhân gây sai hỏng ngay trong khâu gia công để có thể có được quy trình công nghệ hợp lý, có thể điều chỉnh quá trình gia công nhằm tạo ra sản phẩm đạt chất lượng. Mức độ đưa thiết bị và kỹ thuật đo vào công nghệ chế tạo thể hiện mức độ tiên tiến của nền sản xuất.

I. CƠ SỞ ĐO LƯỜNG

Đo lường là việc định lượng độ lớn của đối tượng đo. Đó là việc thiết lập quan hệ giữa đại lượng cần đo với một đại lượng có cùng tính chất vật lý được dùng làm đơn vị đo.

Thực chất đó là việc tìm ra tỷ lệ để so sánh giữa đại lượng cần đo với một đơn vị đo. Độ lớn của đối tượng cần đo được biểu diễn bằng trị số của tỷ lệ nhận được kèm theo đơn vị dùng so sánh.

Ví dụ, đại lượng cần đo là Q , đơn vị dùng so sánh là u . Khi so sánh ta có tỷ lệ giữa chúng là $Q/u = q$.

Kết quả sẽ biểu diễn là: $Q = q.u$

Chọn độ lớn của đơn vị đo khác nhau khi so sánh sẽ có trị số q khác nhau. Độ lớn của đơn vị đo chọn sao cho việc biểu diễn kết quả đo gọn, đơn giản, không gây nhầm lẫn trong khi ghi chép và tính toán. Kết quả đo cuối cùng cần được biểu diễn theo đơn vị đo hợp pháp.

1. Đơn vị đo, hệ thống đơn vị đo

Đơn vị đo là yếu tố chuẩn mực dùng để so sánh. Vì thế độ chính xác của đơn vị đo sẽ ảnh hưởng đến độ chính xác khi đo.

Độ lớn của đơn vị đo cần được quy định thống nhất mới đảm bảo được thống nhất trong giao dịch, mua bán, chế tạo sản phẩm để thay thế, lắp lăn....

Các đơn vị đo cơ bản và đơn vị đo dẫn suất hợp thành hệ thống đơn vị quy định trong bảng đơn vị đo hợp pháp của Nhà nước dựa trên quy định của hệ thống đo lường thế giới SI

*Bảng 1.1. Một số đơn vị đo lường hợp pháp thường dùng
(Theo công báo số 41 - 08 - 11 - 2001)*

Số TT	Đại lượng	Tên đơn vị	Ký hiệu
<i>I. Đơn vị không gian, thời gian và hiện tượng tuần hoàn</i>			
	Độ dài	mét	m
	Góc phẳng (góc)	radian	rad
	Diện tích	mét vuông hecta	m^2 ha
	Thể tích, dung tích	mét khối lít	m^3 l,L
	Thời gian	giây phút giờ ngày	s min H D

Tần số	hec	Hz
Vận tốc góc	radian trên giây	rad/s
Gia tốc góc	radian trên giây bình phương	rad/s ²
Vận tốc	mét trên giây kilômét trên giờ	m/s km/h
Gia tốc	mét trên giây bình phương	m/s ²
2. Đơn vị cơ		
Khối lượng	kilôgam tạ tấn	kg Tạ T
Khối lượng theo chiều dài (mật độ dài)	kilôgam trên mét	kg/m
Khối lượng riêng (mật độ)	kilôgam trên mét khối tấn trên mét khối kilôgam trên lít	kg/m ³ T/m ³ kg/l, kg/L
Lực	niuton	N
Momen lực	niuton mét	N.m
Áp suất, ứng suất	pascal	Pa
Công, năng lượng	jun	J
Công suất	oát	W
3. Đơn vị nhiệt		
Nhiệt độ nhiệt động học	kenvin	K
Nhiệt độ Celsius	Celsius	°C
Nhiệt lượng	jun	J
4. Đơn vị điện và từ		
Dòng điện (cường độ dòng điện)	ampe	A
Điện thế, hiệu điện thế (điện áp), suất điện động	von	V
Điện trở	ôm	Ω

Công, năng lượng	jun oát giờ electron von	J W.h EV
Công suất tác dụng (công suất)	oát	W

2. Phương pháp đo

Phương pháp đo là trình tự logic của các thao tác được mô tả một cách tổng quát để thực hiện phép đo. Như vậy, phương pháp đo chính là cách thức sử dụng nguyên lý đo và phương tiện đo. Các nguyên tắc này có thể dựa trên cơ sở mối quan hệ toán học hay mối quan hệ vật lý có liên quan tới đại lượng đo.

Ví dụ 1: Để đo bán kính cung tròn, có thể dựa vào mối quan hệ giữa các yếu tố trong cung: $R = \frac{h}{2} + \frac{s^2}{8h}$, trong đó h là chiều cao cung, s là độ dài dây cung.

Ví dụ 2 : Khi đo tỷ trọng vật liệu, dựa trên quan hệ vật lý $D = \frac{G}{V}$, trong đó D là tỷ trọng, G là trọng lượng vật mẫu, V là thể tích mẫu.

Nếu ta chọn mẫu dạng hình trụ thì $V = \frac{\Pi d^2}{4} h$, với d là đường kính mẫu, h là chiều dài mẫu, khi đó tỷ trọng: $D = \frac{4G}{\Pi d^2 h}$

Việc chọn mối quan hệ nào trong các mối quan hệ có thể với thông số đo phụ thuộc vào độ chính xác yêu cầu đối với đại lượng đo, trang thiết bị hiện có, có khả năng tự tìm được hoặc tự chế tạo được. Mỗi quan hệ cần được chọn sao cho đơn giản, các phép đo dễ thực hiện với yêu cầu về trang thiết bị đo ít và các khả năng thực hiện.

2.1. Phân loại phương pháp đo

Hiện nay người ta đã nghiên cứu được nhiều phương pháp đo có khả năng loại trừ khía cạnh các sai số hệ thống, đồng thời đảm bảo cho kết quả đo có một độ tin cậy nhất định nào đó. Khoa học kỹ thuật càng phát triển, số phương pháp đo ngày càng tăng và càng đa dạng. Tuy vậy, có thể sắp xếp chúng theo một đặc trưng chung nhất định đó là cách so sánh đại lượng đo với đơn vị đo. Theo cách này các phương pháp đo được chia thành hai nhóm: phương pháp đánh giá trực tiếp và phương pháp so sánh với vật đọ.

2.1.1. Phương pháp đánh giá trực tiếp: Là phương pháp đo trong đó giá trị đại lượng được đọc trực tiếp ngay trên bộ phận chỉ của phương tiện đo. Đo theo phương pháp này, người đo không phải thực hiện thêm một thao tác nào ngoài việc đưa đại lượng đo vào phương tiện đo. Ví dụ, cân một vật trên cân đồng hồ, đo kích thước trực bằng thước cặp, đo nhiệt độ bằng nhiệt kế. Các phương tiện đo dùng trong phương pháp đánh giá trực tiếp đã được so sánh với vật đọ đặc trưng cho đơn vị trong quá trình khắc độ thang đọc. Phương pháp đo này rất đơn giản, mất ít thời gian, không cần tính toán nên được sử dụng nhiều trong sản xuất, ngay tại hiện trường. Độ chính xác của phương pháp này không cao do sai số khắc độ thang đọc, sai số chủ quan của người đọc, do tác động của các đại lượng ảnh hưởng vv...

2.1.2. Phương pháp so sánh với vật đọ: Là phương pháp trong đó đại lượng đo được so sánh với đại lượng thể hiện bằng vật đọ. Vật đọ có độ lớn điều chỉnh được và có độ chính xác cao đã được lắp sẵn trên phương tiện đo, như máy bù, cầu đo hoặc ghép thành bộ với thiết bị đo. Quá trình so sánh có thể tiến hành với chính đại lượng đo hoặc thông qua đại lượng khác có liên quan với nó. Ví dụ, so sánh điện áp cân đo với điện áp mẫu hoặc đo điện trở bằng cách so sánh với điện trở mẫu. Phương pháp so sánh cho khả năng nhận được kết quả đo với độ chính xác cao hơn phương pháp đánh giá trực tiếp. Sai số của phương pháp này là do sai số của vật đọ dùng để so sánh và độ nhạy của dụng cụ chỉ thị. Thực hiện phép đo theo phương pháp này đòi hỏi nhiều thời gian và điều kiện đo khắt khe, nên nó được dùng chủ yếu ở trong phòng thí nghiệm.

2.2. Phương pháp tính toán kết quả đo

Khi đo lặp lại cùng một đại lượng trong các điều kiện như nhau ta vẫn nhận được các giá trị khác nhau. Sự khác nhau này gây ra bởi nhiều yếu tố xuất hiện và biến mất một cách ngẫu nhiên hoặc với một cường độ rất khó đoán trước như sự lệch của các phân tử cấu thành phương tiện đo theo phương của nó, sự thay đổi không điều chỉnh được, của người đo,... Sai số của phép đo do những yếu tố ngẫu nhiên này gây ra gọi là sai số ngẫu nhiên. Ở một thời điểm nhất định, các nguyên nhân này xuất hiện một cách ngẫu nhiên, do đó sai số do tác động của chúng gây ra cũng sẽ xuất hiện một cách ngẫu nhiên không theo một mối liên hệ có qui luật với sai số trước và sau đó. Tuy ta không biết trước được sai số sẽ xảy ra trong mỗi lần đo riêng rẽ, nhưng tiến hành đo lặp lại nhiều lần ta lại thấy chúng xuất hiện theo một quy luật nào đó.

Nhiệm vụ cơ bản khi nghiên cứu ảnh hưởng của sai số ngẫu nhiên đến kết quả đo là nghiên cứu tính chất của tập hợp các giá trị nhận được từ một dãy lần đo lặp lại. Lý thuyết xác suất cho ta phương pháp toán học để mô tả một cách định lượng tính chất, quy luật của các hiện tượng ngẫu nhiên trong các tập hợp lớn dù ta còn hiểu biết ít về các hiện tượng ngẫu nhiên đó. Lý thuyết xác suất được sử dụng để nghiên cứu sai số ngẫu nhiên là dựa trên sự tương tự giữa sự xuất hiện sai số ngẫu nhiên khi đo lặp lại nhiều lần và sự xuất hiện các biến cố ngẫu nhiên.

Để đảm bảo độ chính xác đo, khi thực hiện các phép đo người ta tiến hành đo nhiều lần cho một thông số đo. Các số liệu đo nhận được là x_1, x_2, \dots, x_n , với n là số lần đo. Kết quả đo được tính từ các số liệu đo. Cách tính kết quả đo rất phụ thuộc vào đặc điểm của thông số đo.

Người ta phân loại thông số đo theo đặc điểm phân bố của chúng.

2.2.1. Thông số đo dạng giới hạn

Thông số đo dạng giới hạn là loại thông số có phân bố đối xứng qua "0", tức là các sai lệch có thể + hoặc - như hình 1.1

Thông số đo loại này như đường kính, độ dày, độ dài, độ cao....

Yêu cầu cần tính là trị số tâm phân bố:

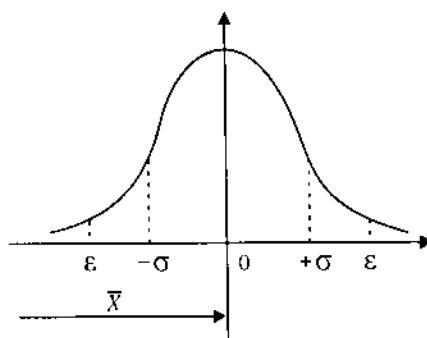
$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Để đánh giá độ chính xác của kết quả đo người ta dùng trị số sai lệch bình phương trung bình:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Với độ chính xác hay sai số cho phép là $\epsilon_\alpha = t_\alpha \cdot \sigma$

Với t_α ta tra từ bảng tích phân student phụ thuộc vào số lần đo n và độ tin cậy yêu cầu α , bảng 1 - phụ lục.



Hình 1.1. Khoảng giá trị của thông số đo dạng giới hạn

Độ tin cậy này chính là xác suất thu nhận cho phép. Kết quả đo sẽ được biểu diễn là: $X = \bar{X} \pm \varepsilon_\alpha$ với $P_{-\alpha}^{\alpha} = P(\bar{X} - \varepsilon_\alpha \leq x \leq \bar{X} + \varepsilon_\alpha) = \alpha$.

Với α là xác suất thu nhận trong khoảng $x_{\min} = \bar{X} - \varepsilon_\alpha$, $x_{\max} = \bar{X} + \varepsilon_\alpha$

Ví dụ 3: Khi sửa máy xong, người ta mài thử 10 chi tiết với kích thước điều chỉnh là 30mm. Khi đo kích thước thực của các chi tiết được các số liệu sau

(x_i): 22,99; 29,98; 29,97; 29,96; 30; 30,01; 30,02; 30,03; 30,04; 30,05; (mm).

Hãy tính toán kết quả đo để đánh giá độ chính xác điều chỉnh máy với độ tin cậy $\alpha = 95\%$.

Giải:

- Thông số đo là đường kính chi tiết nên nó thuộc loại thông số dạng giới hạn có phân bố chuẩn.

- Tính kích thước trung bình (\bar{X}) với x_i là kích thước đo, số lần đo là $n = 10$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{10} x_i}{10} = 30,005 \text{ (mm)}$$

Nếu ta chỉ quan tâm đến giá trị phần trăm, vì thế lấy $\bar{X} = 30,00$ (mm)

- Giá trị sai lệch bình phương trung bình:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{X})^2}{10-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - 30,00)^2}{9}} = 0,03 \text{ (mm)}$$

- Giá trị độ chính xác (hay sai số) điều chỉnh ε_α

Với $n = 10$, $k = n - 1 = 9$ và $\alpha = 95\%$, tra bảng 1- phụ lục, được $t_\alpha = 2,262$
 $\varepsilon_\alpha = t_\alpha \cdot \sigma = 2,262 \times 0,03 = 0,0678$

Nếu ta chỉ quan tâm tới chi số phần trăm, có thể làm tròn $\varepsilon_\alpha = 0,07$ (mm)

Vậy kích thước điều chỉnh có phạm vi phân tán là $\pm \varepsilon_\alpha = \pm 0,07$

Kích thước điều chỉnh cắt thử được biểu diễn là

$$x = \bar{X} \pm \varepsilon_\alpha = 30,00 \pm 0,07 \text{ (mm)}.$$

2.2.2. Thông số đo dạng biên độ

Thông số đo dạng biên độ là loại thông số có phân bố lệch (hình 1, 2), sai lệch đo chỉ có lớn hơn hoặc bằng 0.

Thông số đo loại này như: Sai lệch hình dáng, sai lệch vị trí tương đối.

Yêu cầu cần xác định là trị số X_0 tương ứng với nơi có xác suất lớn nhất.

Trong phân bố này trị số X_0 phụ thuộc vào σ_R , với

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n m_i (x_i - \bar{X})^2}{\sum_{i=1}^n m_i - 1}},$$

$$X_0 = 1,92\sigma_R,$$

$$\text{với } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i x_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

Để tính độ chính xác ε_α cần tính σ_x : $\sigma_x = \frac{\sigma_R}{0,655}$, $\varepsilon_\alpha = t_\alpha \sigma_x$

Với t_α được tra từ bảng tích phân Macxoen (Bảng 2- phụ lục) phụ thuộc vào độ tin cậy yêu cầu α hay xác suất thu nhận cho phép.

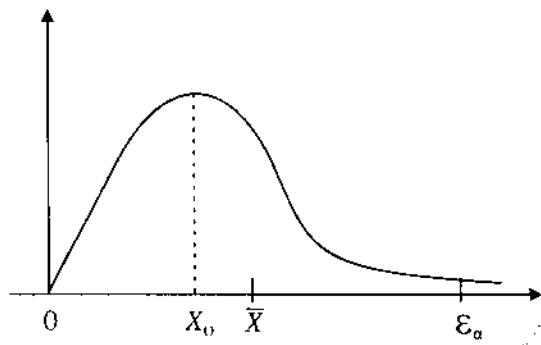
Cách tra bảng như sau: Từ độ tin cậy yêu cầu, ví dụ $\alpha = 0,96$, đóng hàng ngang là 2,5 hàng dọc là 4 ta có $t_\alpha = 2,54$.

Ví dụ 4: Sau khi điều chỉnh máy, người ta mài thử loạt trực và đo được độ méo (x_i) của chúng. Đếm số chi tiết có cùng độ méo (m_i) tương ứng, được bảng số liệu có 5 mức như sau:

Độ méo (x_i)(mm)	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
Số sản phẩm tương ứng (m_i)	10	30	20	15	10	5

Hãy tính toán độ méo trung bình và độ méo lớn nhất khi gia công trên máy với độ tin cậy $\alpha = 95\%$.

$$\text{Giải: } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^5 m_i x_i}{\sum_{i=1}^5 m_i}; \sum_{i=1}^5 m_i = 10 + 30 + 20 + 15 + 10 + 5 = 90$$



Hình 1.2. Khoảng giá trị của thông số do dạng biên độ

$$\bar{X} = \frac{1,8}{90} = 0,0211(m\text{m})$$

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n m_i (x_i - \bar{X})^2}{\sum_{i=1}^n m_i - 1}} = \sqrt{\frac{170}{90-1}} = 0,01382 (\text{mm})$$

$$\sigma_x = \frac{\sigma_R}{0,655} = 0,021(\text{mm})$$

- Độ méo trung bình $X_o = 1,92$ $\sigma_R = 1,92 \times 0,01382 = 0,02653$ (mm)

$$X_o \approx 0,027 (\text{mm})$$

Nếu chỉ quan tâm đến trị số phần trăm, có thể làm tròn độ méo trung bình là 0,03 (mm).

- Độ méo lớn nhất $\sigma_\alpha = 95\%$. Tra bảng 2- phụ lục với $\alpha = 95\%$ được $t_\alpha = 2,45$.

$$\varepsilon_\alpha = t_\alpha \sigma_x = 2,45 \times 0,0211 = 0,0516 \approx 0,05 \text{ mm}$$

II. MỘT SỐ DỤNG CỤ ĐO KÍCH THƯỚC HÌNH HỌC

Dụng cụ đo là phương tiện đo để biến đổi tín hiệu của thông tin đo thành những dạng mà người quan sát có thể nhận biết trực tiếp được. Ví dụ như đồng hồ so, cân đồng hồ, vonmet, ampemét,... Các dụng cụ đo cũng rất đa dạng, chúng khác nhau về loại đại lượng đo, nguyên lý hoạt động, cách so sánh với đơn vị đo và hình thức thể hiện kết quả đo,... Trong phần này, chỉ giới thiệu những dụng cụ đo thông dụng trong lĩnh vực chế tạo, sửa chữa cơ khí.

1. Các dụng cụ đo kích thước

1.1. Thước cặp

Dụng cụ này gồm hai phần cơ bản: Thân thước mang thước chính gắn với đầu đo cố định và thước động mang thước phụ còn gọi là du xích, gắn với đầu đo động (hình 1.3; 1.4).

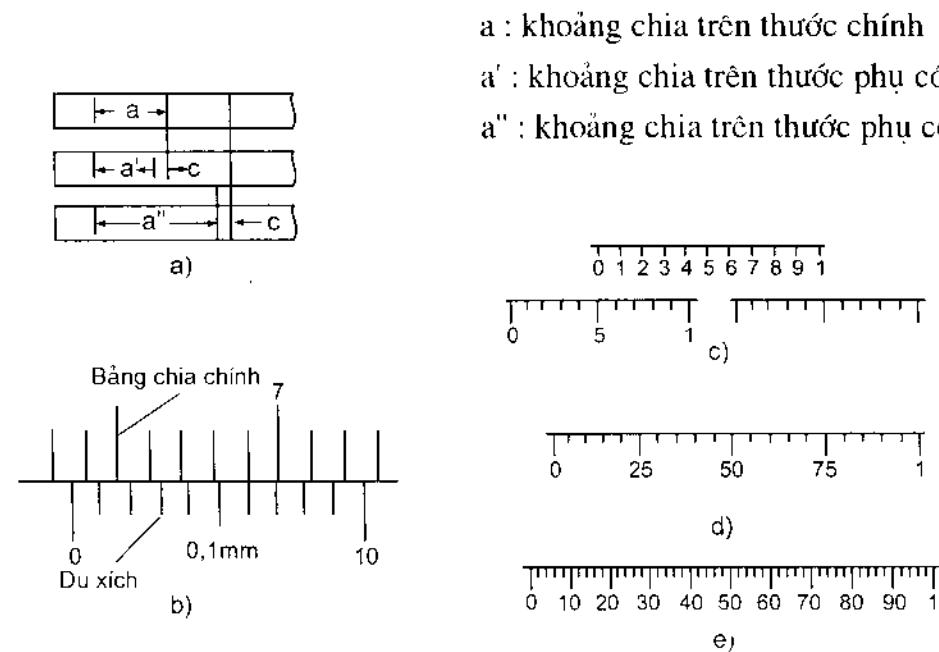
Đọc số đo trên thước cặp: Đối với loại thước cặp có đồng hồ, giá trị số chỉ trên đồng hồ chính là khoảng cách cần đo; còn đối với loại thước cặp không có đồng hồ, khoảng cách giữa hai đầu đo là kích thước đo được đọc: Phần nguyên

của kích thước đo đọc được trên phân thước chính, đó là số vạch kể từ vạch “0” trên thân thước chính đến vạch đứng trước vạch số “0” của thước phụ; phần thập phân của kích thước đo đọc được trên thân thước phụ đó là ta xem vạch thứ mấy của thước phụ trùng với một vạch nào đó của thước chính, sau đó lấy số vạch này nhân với giá trị của vạch chia của thước phụ (có cho trên thước phụ), ta sẽ được phân thập phân của phép đo.

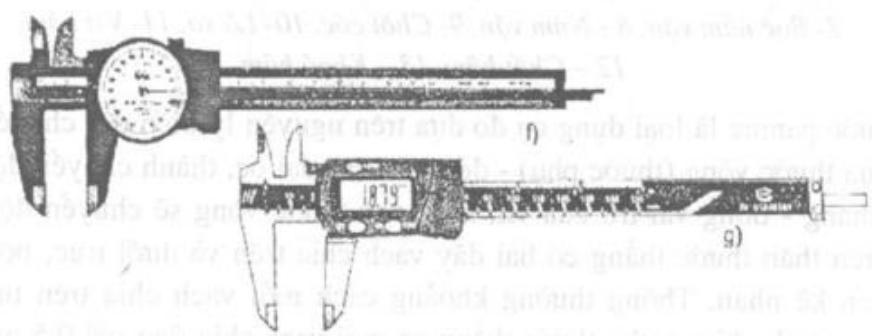
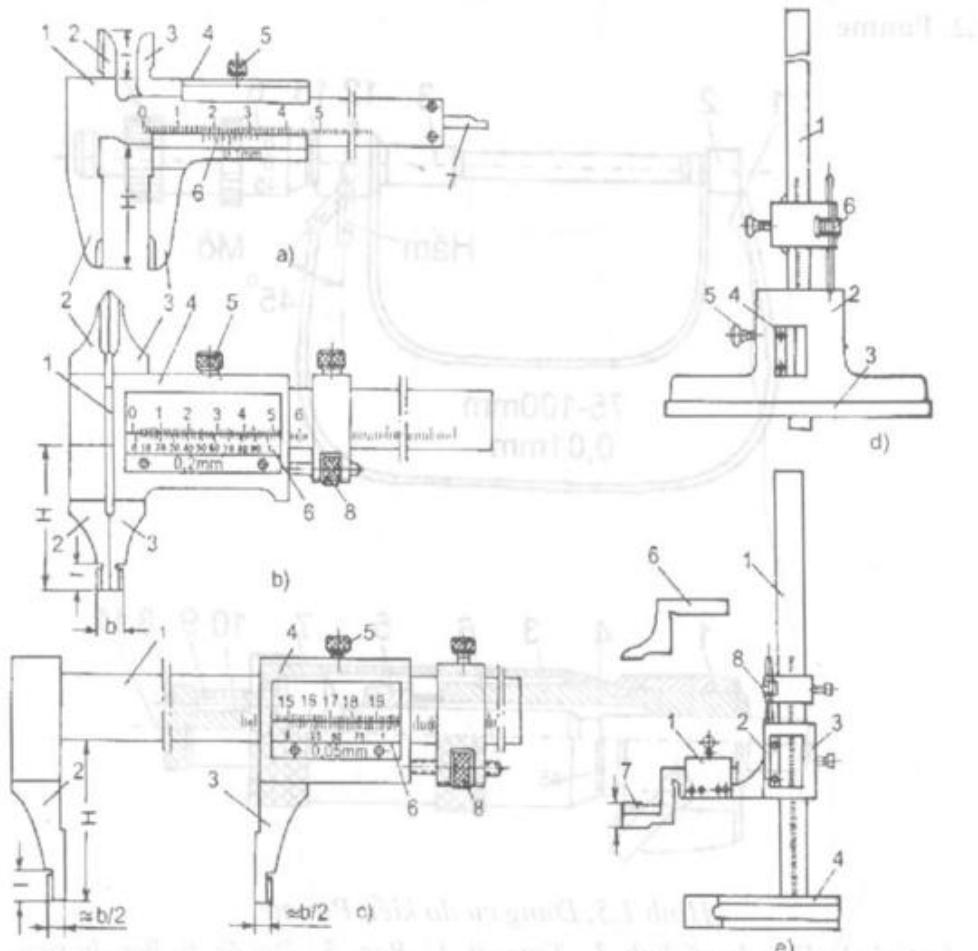
Ví dụ: Trên hình 1.3c, d, e là cấu tạo của thước phụ có $c = 0,1$ mm, $c = 0,05$ mm, $c = 0,02$ mm (c – là giá trị chia độ của thước phụ). Giá trị đọc số trên hình 1.3b là 63,6 mm.

Nói chung thước chính có giá trị chia độ là 1mm. Độ chính xác của thước là giá trị chia của thước phụ, giá trị này phụ thuộc vào cấu tạo của từng thước. Các thước cặp thông thường, độ chính xác 0,1; 0,05 và 0,02 mm. Một số loại thước cặp có đồng hồ có thể có giá trị chia đến 0,01 mm.

Dụng cụ đo kiểu thước cặp gồm các loại thước cặp thông thường dùng để đo đường kính lỗ hoặc đo đường kính trực, thước cặp đo răng và các loại thước đo cao dùng để đo cao và lấy dấu.



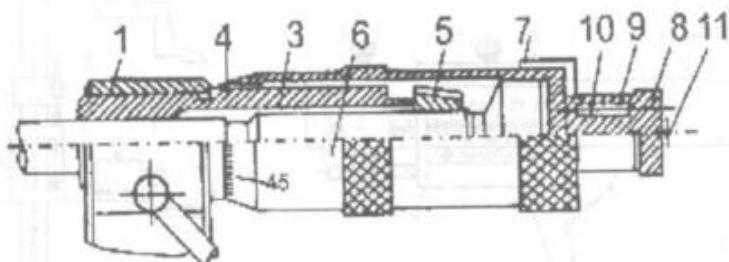
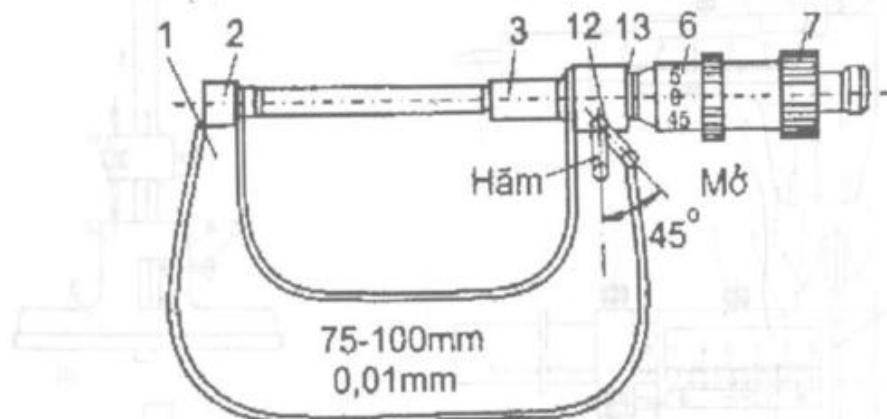
Hình 1.3. Cấu tạo của thước phụ



Hình 1.4. Các loại thước đo

a,b,c: Các loại thước cáp thông thường; **d:** Thước cáp đo sâu
e: Thước đo cao; **f:** Thước cáp đồng hồ; **g:** Thước cáp hiện số điện tử

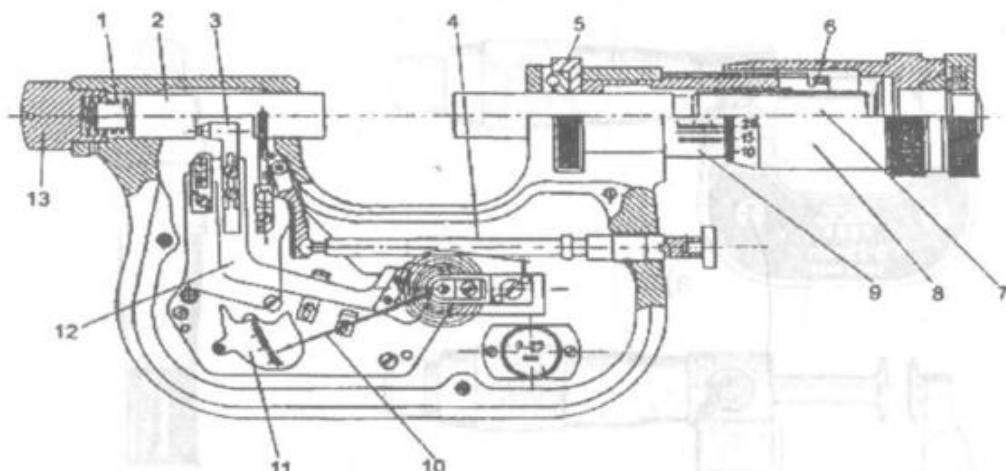
1.2. Panme



Hình 1.5. Dụng cụ đo kiểu Panme

1 - Giá, 2 - Đầu đo cố định, 3 – Trục vít, 4 – Bạc, 5 - Dai ốc, 6- Bạc du xích,
7- Bạc nắm vặn, 8 - Núm vặn, 9- Chốt cúc, 10- Lò xo, 11- Vít hãm,
12 – Chốt hãm, 13 – Khoá hãm

Thước panme là loại dụng cụ đo dựa trên nguyên lý biến đổi chuyển động quay của thước vòng (thước phụ) - đóng vai trò đai ốc, thành chuyển động của thước thẳng - đóng vai trò của vít, khi xoay thước vòng sẽ chuyển động tịnh tiến. Trên thân thước thẳng có hai dãy vạch chia trên và dưới trực, bố trí các vạch xen kẽ nhau. Thông thường khoảng cách mỗi vạch chia trên từng dãy bằng 1 mm, do đó tạo cho thước thẳng có mỗi vạch chia ứng với 0,5 mm, ứng với bước ren vít $p = 0,5$ mm và trên thân thước vòng có 50 vạch chia. Khi thước vòng quay được một vòng thì thước thẳng tịnh tiến được một độ dài bằng bước vít $p = 0,5$ mm.



Hình 1.6. Cấu tạo Panme đồng hồ.

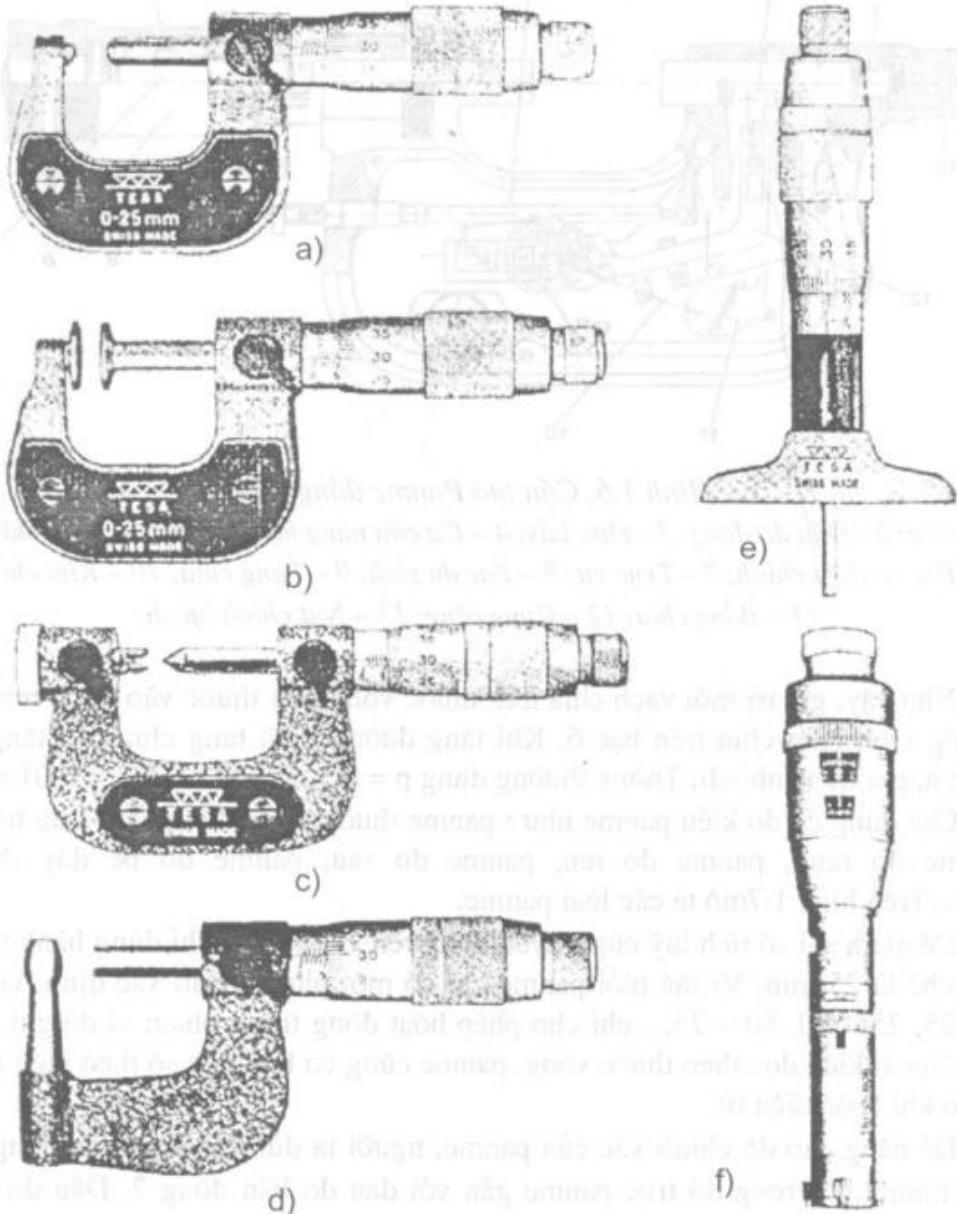
1 -Giá; 2 - Đầu đo động; 3 - Đòn bẩy; 4 - Cơ cấu nâng hạ đầu đo; 5 - Khoá hãm; 6 - Dai ốc điều chỉnh; 7 - Trục vít; 8 - Bạc du xích; 9 - Tang chia; 10 - Kim chỉ thị; 11 - Bảng chia; 12 - Cung răng; 13 - Nút chỉnh lực đo

Như vậy, giá trị mỗi vạch chia trên thước vòng phụ thuộc vào bước ren vít, đường kính tang chia trên bạc 6. Khi tăng đường kính tang chia (d), tăng số vạch n , giá trị sẽ nhỏ đi. Thông thường dùng $p = 0,5$, $n = 50$ sẽ có $c = 0,01$ mm.

Các dụng cụ đo kiểu panme như : panme thường loại đo ngoài và đo trong, panme đo răng, panme đo ren, panme đo sâu, panme đo bề dày thành ống... Trên hình 1.7 mô tả các loại panme.

Để giảm sai số tích luỹ của truyền động ren vít, panme chỉ dùng hành trình hạn chế là 25 mm. Vì thế mỗi panme chỉ có một phạm vi đo xác định, ví dụ: 0 – 25, 25 – 50, 50 – 75,... chỉ cho phép hoạt động trong phạm vi đã ghi trên giá. Ngoài kiểu đọc theo thước vòng, panme cũng có loại đọc số theo kiểu hiện số cơ khí hoặc điện tử.

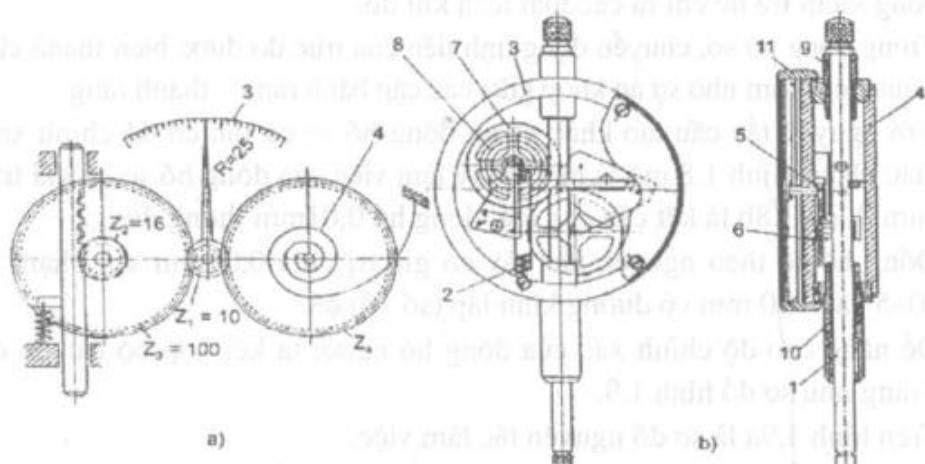
Để nâng cao độ chính xác của panme, người ta dùng loại panme đồng hồ như hình 1.6. Trong đó trục panme gắn với đầu đo bán động 7. Đầu đo này được điều chỉnh trên phần nguyên của kích thước đo, phần lẻ của kích thước được đọc nhờ đồng hồ. Chuyển vị của đầu đo động 2 thông qua bộ truyền đòn – bánh răng được kim chỉ ra trên bảng 11- phụ lực. Kết cấu này có giá trị chia $c = 0,002$ mm.



Hình 1.7. Các loại panme

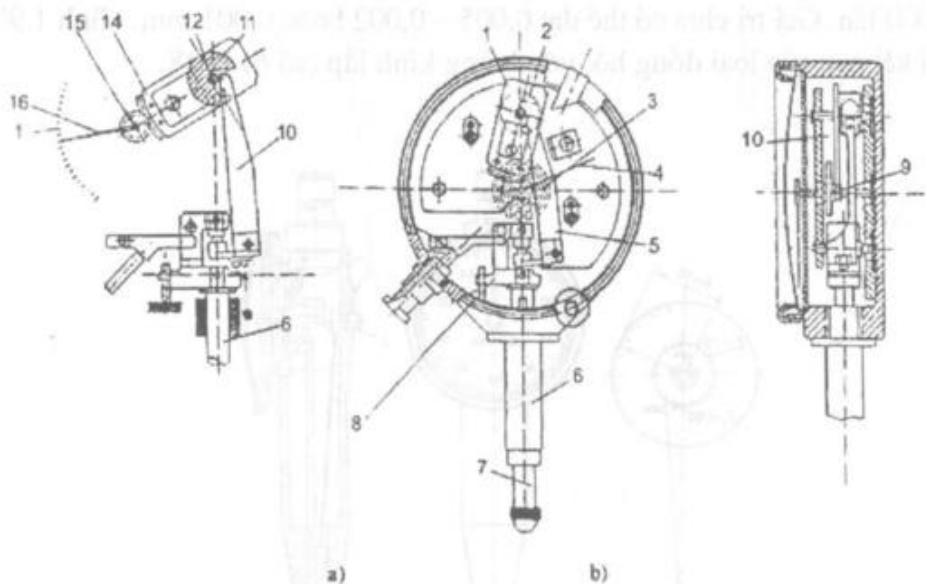
a – Panme do tám mỏng, b – Panme do răng, c – Panme do ren,
d – Panme do bể dây thành ống, e – Panme do sâu, f – Panme do lỗ

1.3. Động hồ so



Hình 1.8 a. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của đồng hồ so

Hình 1.8b: 1 – Trục đo; 2 – Lò xo; 3 – Vỏ; 4 – Nắp; 5 – Trục răng; 6 – Bánh răng; 7 – Bánh răng tóc; 8 – Dây tóc; 9 – 10 – Bạc dẫn; 11 – Bạc mang bảng chia.



Hình 1.9a. Cấu tạo và nguyên tắc làm việc của đồng hồ so kiểu hiển số điện tử

Hình 1.9b: 1 – Cung răng; 2 – Tấm mang chốt; 3 – Dây tóc; 4 – Kim chỉ thị; 5 – Đòn bẩy; 6 – Phản trụ lắp; 8 – Khung chữ C; 9 – Bánh răng; 10 – Bảng chia.

Đồng hồ so là dụng cụ chỉ thị đơn giản thông dụng được dùng các gá lắp đo lường kiểm tra để chỉ ra các loại lệch khi đo.

Trong đồng hồ so, chuyển động tịnh tiến của trục đo được biến thành chuyển động quay của kim nhờ sự ăn khớp giữa các cặp bánh răng – thanh răng.

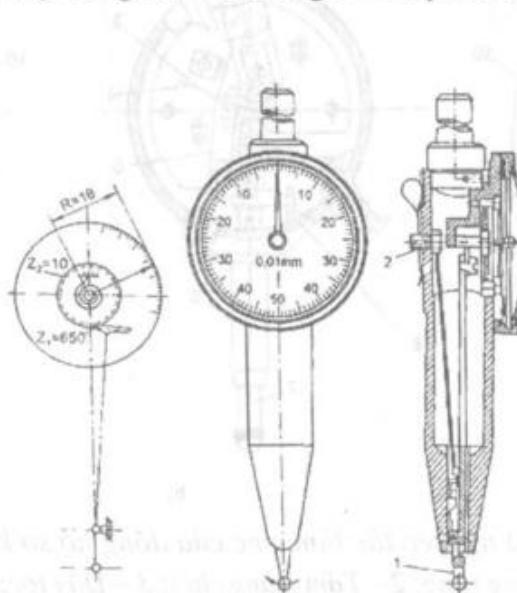
Với nguyên tắc cấu tạo khác nhau, đồng hồ so có thể có độ chính xác chỉ thị khác nhau. Hình 1.8 mô tả nguyên lý làm việc của đồng hồ so có giá trị chia 0,01mm; hình 1.8b là kết cấu của loại đồng hồ 0,01mm thông dụng.

Đồng hồ so theo nguyên tắc này có giá trị chia 0,01mm với phạm vi đo $0 \div 2$, $0 \div 5$ và $0 \div 10$ mm có đường kính lắp (số 10) $\phi 8$.

Để nâng cao độ chính xác của đồng hồ người ta kết hợp bộ truyền đòn – bánh răng như sơ đồ hình 1.9.

Trên hình 1.9a là sơ đồ nguyên tắc làm việc:

Sự thay đổi của kích thước đo làm trục đo 6 chuyển vị. Khung chữ C lắp trên trục đo sẽ truyền chuyển vị sang đòn 10 làm đòn này quay sẽ gạt vào chốt cố định trên tấm 11. Tấm 11 lắp cố định với cung răng 14 quay quanh tâm 12. Cung răng 14 chuyển vị sang bánh răng 15. Kim 16 gắn trên trục bánh răng 15 nên kim sẽ quay theo bánh răng 15 chỉ cho ta lượng chuyển vị của trục đo với độ khuếch đại $200 \div 1000$ lần. Giá trị chia có thể đạt 0,005 – 0,002 hoặc 0,001 mm. Hình 1.9b là một loại kết cấu của loại đồng hồ, với đường kính lắp (số 6) là $\phi 8$.



Hình 1.10. Đồng hồ so mặt đầu

Để đảm bảo độ chính xác khi đo, dụng cụ đo có kết hợp bộ truyền dòn bánh răng chỉ dùng trong miền đo hẹp.

Hình 1.10 mô tả nguyên tắc làm việc của 2 loại đồng hồ đo chuyên dùng cho các chuyển vị nhỏ ở các vị trí khó đo, trong không gian hạn chế, ví dụ : đo độ đảo mặt đầu, độ đảo hướng kính mặt trong như đo độ đảo lỗ côn trong trục chính của máy tiện với tâm chuẩn, độ song song của rãnh hẹp... Đồng hồ này còn mang tên đồng hồ mặt đầu. Đặc điểm chính của loại đồng hồ này là phương chuyển vị của đầu đo vuông góc với phương gá của đồng hồ. Chuyển vị do biến thành chuyển vị quay của đầu đo vì thế để đảm bảo độ chính xác đo, chỉ cho phép dụng cụ đo trong miền đo hẹp với tỷ số truyền $k = 100$, giá trị chia $c = 0,01$ mm,

Để thuận lợi cho việc đo ở những vị trí do khác nhau, người ta thiết kế cơ cấu đổi phương pháp lực đo. Chốt số 2 dùng đổi phương áp lực đo. Để đề phòng quá tải trong lúc điều chỉnh hoặc khi đo, đầu đo 1 lắp sít với chốt dùng làm trục quay theo kiểu lắp đòn hồi. Khi bị quá tải đầu đo sẽ trượt trơn quanh trục, không gây tổn hại cho cơ cấu truyền động trong dụng cụ.

2. Các thiết bị đo khác

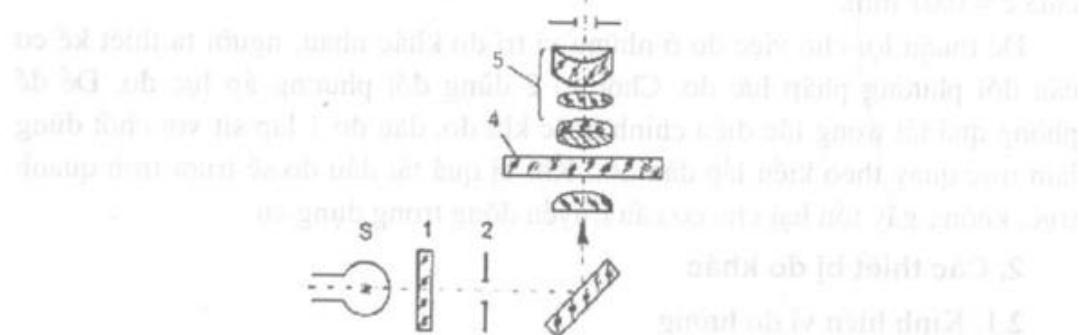
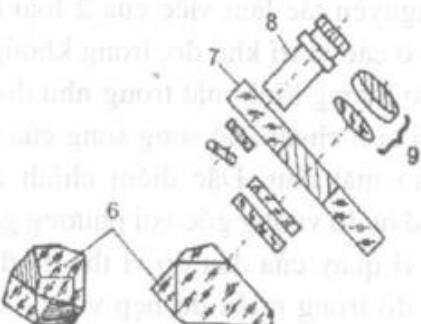
2.1. Kính hiển vi đo lường

Kính hiển vi đo lường là loại thiết bị đo kết hợp hai hệ thống: Hệ thống I là hệ hiển vi dùng khuếch đại ảnh chi tiết đo, tạo điều kiện ngắm chuẩn chính xác toạ độ đo. Hệ thống II là hệ thống đo lường dùng để xác định toạ độ điểm đo. Tuỳ theo độ chính xác yêu cầu mà hệ thống đo có thể là thuần cơ khí, hệ hiển vi đọc số quang học hoặc dùng đầu đọc điện tử hiện số.

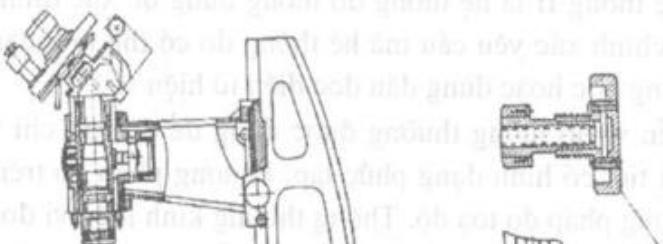
Kính hiển vi đo lường thường được dùng để đo các chi tiết nhỏ, dễ biến dạng, các chi tiết có hình dạng phức tạp. Phương pháp đo trên kính hiển vi đo lường là phương pháp đo toạ độ. Thông thường kính hiển vi đo lường được thiết kế hệ đo 2 toạ độ vuông góc và hệ đo góc kiểu độc cực. Nhóm kính hiển vi đo lường gồm kính hiển vi dụng cụ loại nhỏ, kính hiển vi dụng cụ loại lớn và kính hiển vi dụng cụ vạn năng.

Hình 1.11 mô tả sơ đồ quang học của kính hiển vi dụng cụ loại lớn. Ánh sáng từ nguồn qua phin lọc màu, qua chấn sáng 2 và chiếu sáng chi tiết đặt trên bàn chi tiết 4. Vật kính 5 tạo ảnh chi tiết trên màn ảnh số 7, đặt tại tiêu diện của thị kính 8 là một kính chuẩn gồm 2 phần: ở giữa là kính chuẩn mang vạch chuẩn chữ thập, bên ngoài là một vành kính chuẩn mang bảng chia độ 1° . Từ

thị kính 8 ta có thể quan sát ảnh chi tiết và vị trí ngắm chuẩn. Thị kính 9 dùng để đo số tọa độ góc của chi tiết.



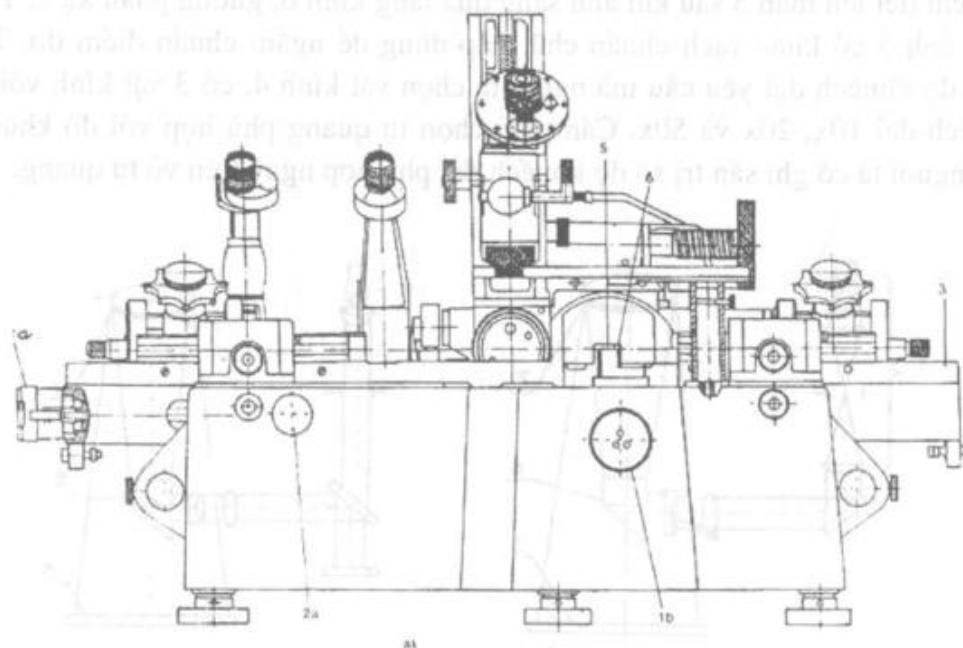
Hình 1.11. Sơ đồ quang học của kính hiển vi loại trung



Hình 1.12. Cấu tạo kính hiển vi dụng cụ loại lớn

Hình 1.12 mô tả kết cấu của kính hiển vi dụng cụ loại lớn. Chi tiết đo đặt trên bàn 1. Nâng hạ đầu hiển vi đến khi nhìn thấy rõ nét ảnh của chi tiết trong thị kính. Điều chỉnh vị trí ngắm chuẩn của ảnh nhờ cặp panme 2 với độ chính xác đến 0,005 mm. Bàn đo 1 được lắp trong vành răng 3, có thể quay 360° nhờ nắp vặn 4. Khi đo góc trên máy đo có thể đo theo 2 cách: Xoay vạch chuẩn đến hai cạnh cần đo, đọc số toạ độ do trên thị kính đọc số hoặc để vạch chuẩn đứng yên, xoay nắp vặn 4 để cạnh cần đo lần lượt tiếp xúc vạch chuẩn, toạ độ đo sẽ được đọc trên mâm chia độ lắp trên bàn xoay 3 mang chi tiết.

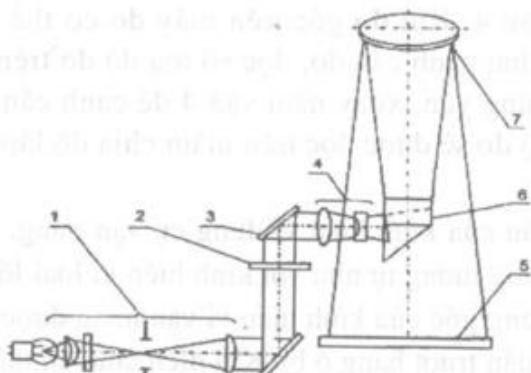
Hình 1.13 là kết cấu của kính hiển vi dụng cụ vạn năng. Phương pháp đo trên kính hiển vi vạn năng tương tự như với kính hiển vi loại lớn. Việc đo chiều dài trên hai phương vuông góc của kính hiển vi vạn năng được thực hiện nhanh chóng, nhẹ nhàng nhờ dẫn trượt bằng ổ bi. Khi dịch chuyển thô có thể đẩy thân trượt dễ dàng bằng tay. Dịch chỉnh chính xác bằng panme điều chỉnh số 1 thực hiện sau khi khoá hãm thân trượt bằng khoá 2.



Hình 1.13. Cấu tạo kính hiển vi dụng cụ vạn năng

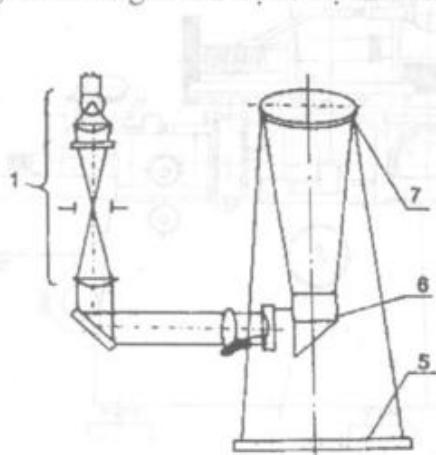
2.2. Máy chiếu hình

Hình 1.14 là sơ đồ quang học của máy chiếu hình. Ánh sáng từ nguồn qua ống tụ quang số 1 tạo ra chùm sáng song song, chi tiết đo đặt trên bàn 2.

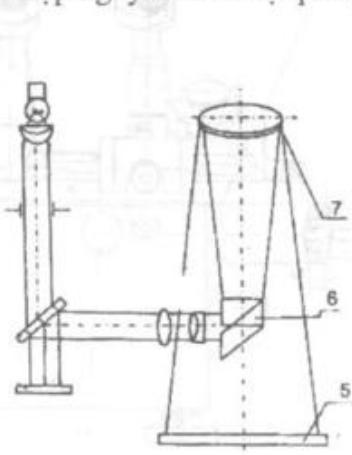


Hình 1.14. Sơ đồ quang học máy chiếu hình

Ánh sáng bị gương 3 bẻ gấp đi vào hướng cửa sổ của máy. Vật kính 4 tạo ảnh chi tiết lên màn 5 sau khi ánh sáng qua lăng kính 6, gương phản xạ 7. Trên màn ảnh 5 có khắc vạch chuẩn chữ thập dùng để ngắm chuẩn điểm đo. Tuỳ theo độ khuếch đại yêu cầu mà người ta chọn vật kính 4, có 3 vật kính với độ khuếch đại 10x, 20x và 50x. Cần phải chọn tụ quang phù hợp với độ khuếch đại, người ta có ghi sẵn trị số độ khuếch đại phù hợp ngay trên vỏ tụ quang.



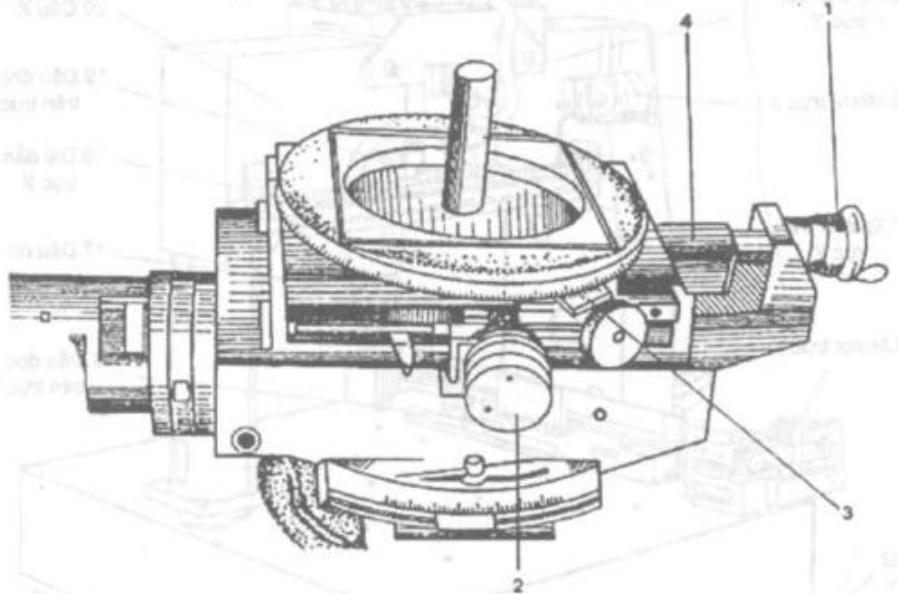
Hình 1.15. Sơ đồ quang học
máy chiếu hình



Hình 1.16. Sơ đồ quang học
máy chiếu hình

Máy đo này thường được dùng để đo các chi tiết nhỏ, khó đo, các biên dạng phức tạp theo phương pháp toạ độ hoặc so sánh tổng hợp chi tiết có biên dạng định trước với bản vẽ chi tiết mẫu có cùng độ khuếch đại. Phương pháp đo này đặc biệt thích hợp với các sản phẩm dễ biến dạng, dễ vỡ, khó đo.

Máy đo này thường được dùng để đo các chi tiết nhỏ, khó đo, các biên dạng phức tạp theo phương pháp toạ độ hoặc so sánh tổng hợp chi tiết có biên dạng định trước với bản vẽ chi tiết mẫu có cùng độ khuếch đại. Phương pháp đo này đặc biệt thích hợp với các sản phẩm dễ biến dạng, dễ vỡ, khó đo.

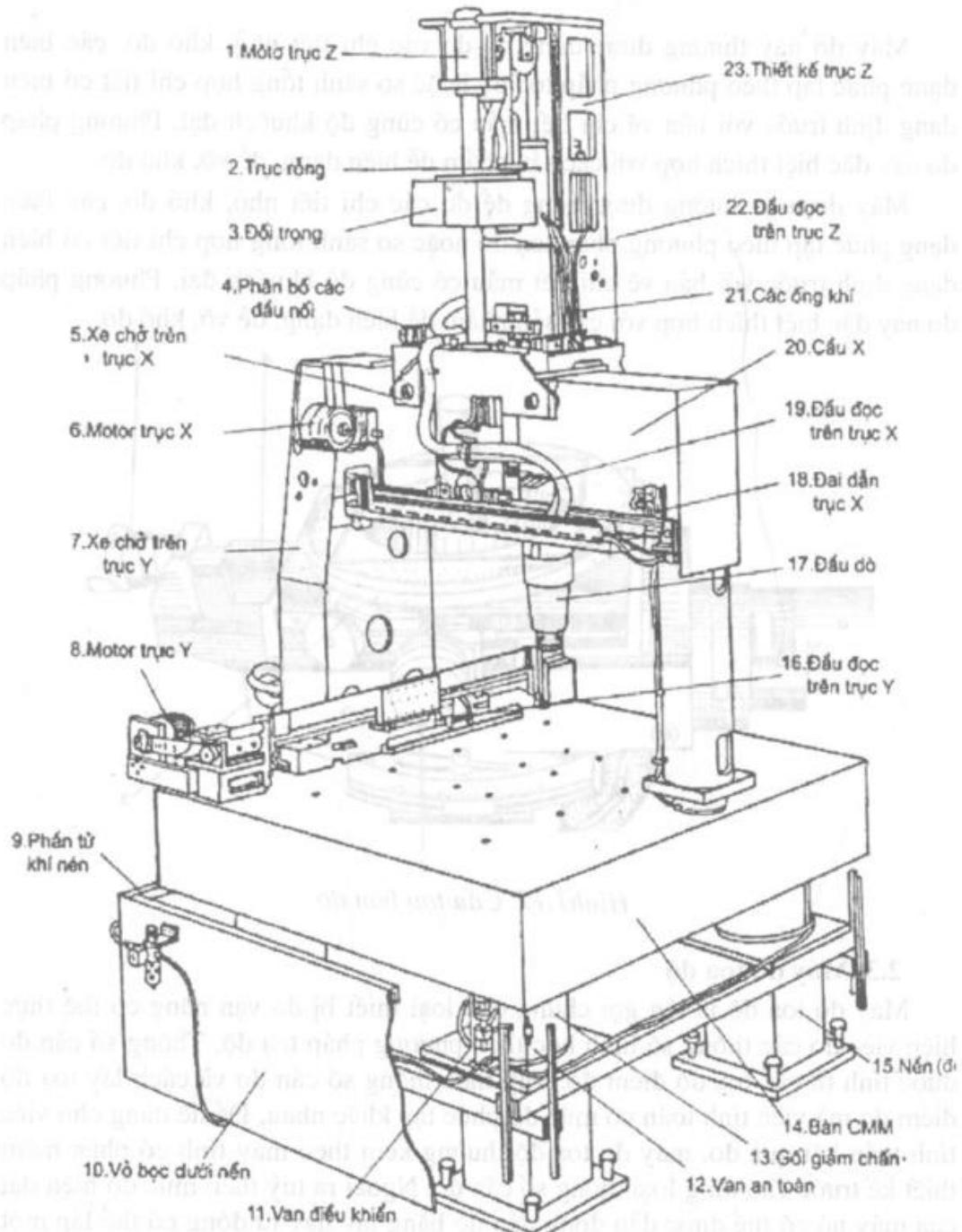


Hình 1.17. Cấu tạo bàn đo

2.3. Máy đo toạ độ

Máy đo toạ độ là tên gọi chung cho loại thiết bị đo vạn năng có thể thực hiện việc đo các thông số hình học theo phương pháp toạ độ. Thông số cần đo được tính từ các toạ độ điểm đo. Tùy theo thông số cần đo và cách lấy toạ độ điểm đo mà việc tính toán có mức độ phức tạp khác nhau. Để dễ dàng cho việc tính toán kết quả đo, máy đo toạ độ thường kèm theo máy tính có phần mềm thiết kế trước cho từng loại thông số cần đo. Ngoài ra tùy theo mức độ hiện đại của máy nó có thể được điều khiển bằng tay hay tự động có thể lập một chương trình dùng điều chỉnh điểm đo lặp lại cho các chi tiết cùng loại.

Máy đo toạ độ thường là máy đo có 3 phương chuyển vị đo X, Y, Z như hình 1.18, độ chính xác tới $0,1\mu\text{m}$.



Hình 1.18. Cấu tạo máy đo toạ độ

Loại máy đo như hình 1.18 chuyển vị rất êm nhẹ nhờ dùng dẫn trượt trên đệm khí nén. Để kết quả đo tin cậy, áp suất khí nén cần được đảm bảo như điều kiện kỹ thuật của máy đã ghi nhằm đảm bảo đệm khí đủ áp suất và làm việc ổn định.

Loại máy 3 toạ độ dẫn trượt bằng tay, vận hành đơn giản, nhẹ nhàng do dùng dẫn trượt bi, độ chính xác thấp hơn.

Tùy theo mục đích sử dụng máy đo toạ độ có thể bổ sung các chuyển vị quay quanh trục nào đó.

Máy đo 3 toạ độ có phạm vi đo lớn. Nó có khả năng đo các thông số phối hợp trên một chi tiết. Đặc biệt máy có thể cho phép đo các chi tiết có biên dạng phức tạp, các bề mặt không gian, ví dụ bề mặt khuôn mẫu, cánh xoáy chân vịt, mui xe ô tô,...

III. PHƯƠNG PHÁP ĐO CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC TRONG CHẾ TẠO CƠ KHÍ

1. Nguyên nhân gây ra sai số trong phép đo

1.1. Sai do phương tiện đo

Sai số do phương tiện đo bắt nguồn từ công nghệ chế tạo phương tiện đo, do không thể chế tạo được hai cánh tay đòn cân bằng tuyệt đối khi chế tạo cân, do khe hở của các bộ phận động và bộ phận tĩnh khi chế tạo phương tiện đo có bộ phận động như thước cặp hoặc panme. Một nguyên nhân quan trọng nữa là những thiếu sót khi khắc vạch thang đọc, người ta dựa vào giá trị của vật đọ chuẩn hoặc theo số chỉ của phương tiện đo chuẩn để ghi khắc vạch trên phương tiện đo, những sai số khi ghi khắc vạch làm cho các vạch chia trên thang đọc không thể hoàn toàn chính xác.

Sai số do phương tiện đo còn bắt nguồn từ sự hao mòn, lão hóa của các bộ phận cấu thành phương tiện đo, của nguyên vật liệu chế tạo các bộ phận này. Thường sau một thời gian, phương tiện đo không còn giữ được những đặc trưng đo lường như ban đầu nữa, chẳng hạn sau một thời gian nào đó lò xo của cân lò xo bị biến cứng thì cân lò xo không còn đạt độ chính xác như ban đầu nữa, khe hở của thước phụ trên thước cặp tăng lên làm mất độ chính xác như ban đầu của thước cặp,...

1.2. Sai số do lắp đặt phương tiện đo

Ở nhiều phương tiện đo, đặc biệt là phương tiện đo mà nguyên lý hoạt động của nó trong chừng mực nào đó có liên quan đến sự cân bằng thì tính

đúng đắn của số chỉ phụ thuộc vào vị trí tương đối giữa các bộ phận động và bộ phận tĩnh. Vì vậy, khi lắp đặt phương tiện đo không đúng sẽ gây ra một sai số nào đó.

1.3. Sai số do ảnh hưởng của điều kiện môi trường

Các điều kiện môi trường khi tiến hành phép đo nếu không được chú ý sẽ gây ra sai số của phép đo. Các điều kiện môi trường có thể là nhiệt độ, độ ẩm, áp suất, từ trường và điện trường ngoài,...

Nhiệt độ môi trường là yếu tố có ảnh hưởng lớn đến kết quả đo, nhất là khi nó tác động không đều lên phương tiện đo và đối tượng đo. Như trong phép cân chính xác, một trong hai cánh tay đòn bị nóng sẽ làm tăng sự không đều nhau giữa hai đòn cân. Nhiệt độ cũng ảnh hưởng rất lớn tới phép đo độ dài do sức co giãn theo nhiệt độ của chính vật liệu làm thiết bị đo.

Từ trường của môi trường ảnh hưởng tới số chỉ của phương tiện đo phụ thuộc vào cường độ từ trường và nguyên lý cấu tạo của thiết bị đo. Ví dụ nếu các lò xo trong phương tiện đo không được chế tạo từ các vật liệu kháng từ thì dưới tác dụng của từ trường nó sẽ bị từ hoá, các vòng lò xo sẽ bị dính lại với nhau, kim chỉ của các đồng hồ đo sẽ dừng lại hoặc chỉ không đúng.

Áp suất và độ ẩm không khí cũng ảnh hưởng lớn đến kết quả của nhiều phép đo. Trong phép đo nhiệt độ chính xác ta phải dùng các điểm nhiệt độ chuẩn ứng với các trạng thái động đặc của một loại nguyên tố hoá học tinh khiết nào đó, điểm nhiệt độ này phụ thuộc vào áp suất khí quyển. Độ ẩm cũng gây nên những sai số phụ nào đó trong kết quả đo, ví dụ như kích thước hình học điện trở của đối tượng đo, của các bộ phận cấu thành phương tiện đo có thể thay đổi do tính hút ẩm của vật liệu

2. Phương pháp đo độ dài

Đo độ dài tức là đo kích thước thẳng, ví dụ như đường kính, chiều cao, chiều dài, chiều dày... Có thể đo độ dài theo 3 phương pháp:

2.1. Phương pháp đo một tiếp điểm

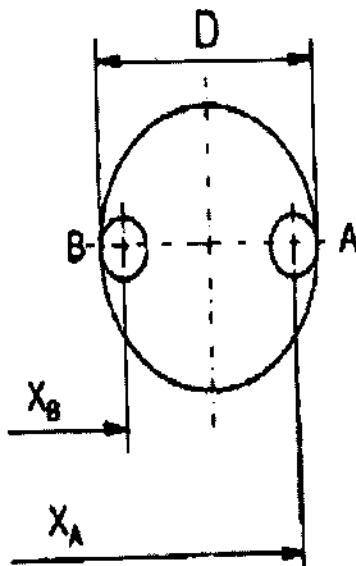
Trong phương pháp này, đầu đo tiếp xúc với bề mặt đo từng điểm một. Từ toạ độ các điểm đo người ta tính được kích thước cần đo. Tuỳ theo cách đặt các điểm đo mà công thức tính toán kết quả đo có khác nhau. Do phép đo quan hệ với các toạ độ điểm đo mà phương pháp đo một tiếp điểm còn gọi là phương pháp đo toạ độ.

Ví dụ: Khi đo lỗ như hình 1.19 người ta kẹp chi tiết đo lên bàn đo, đầu đo bị gắn trên thân trượt của máy đo lần lượt tiếp xúc tại A và B. Tại A, B ta đọc được trên máy toạ độ điểm tiếp xúc: X_A và X_B ,

$$D = X_A - X_B + d$$

với d là đường kính bi.

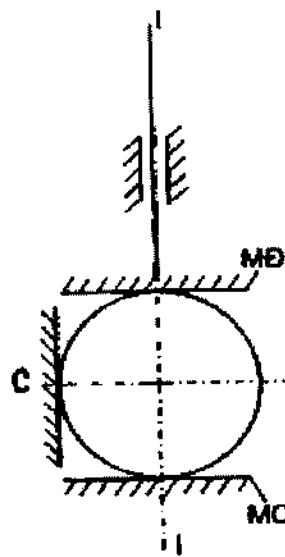
Tuỳ theo số toạ độ của máy có mà khả năng đo lường các thông số của nó cũng càng tăng. Có thể có các máy toạ độ đo một, hai, ba hay năm toạ độ.



Hình 1.19. Phương pháp đo một tiếp điểm

2.2. Phương pháp đo hai tiếp điểm

Trong phương pháp này dụng cụ đo tiếp xúc với bề mặt chi tiết đo tại ít nhất hai điểm nằm trên phương biến thiên của kích thước đo. Như hình 1.20 mô tả, MC là mặt chuẩn gắn với bàn đo, MD là mặt đo gắn với đầu đo động. Chi tiết đo tiếp xúc với MD và MC tại hai điểm A và B. ll là phương biến thiên của kích thước đo. Để phép đo được chính xác, yêu cầu mặt đo phải song song với mặt chuẩn và vuông góc với ll.



Hình 1.20. Phương pháp đo hai tiếp điểm

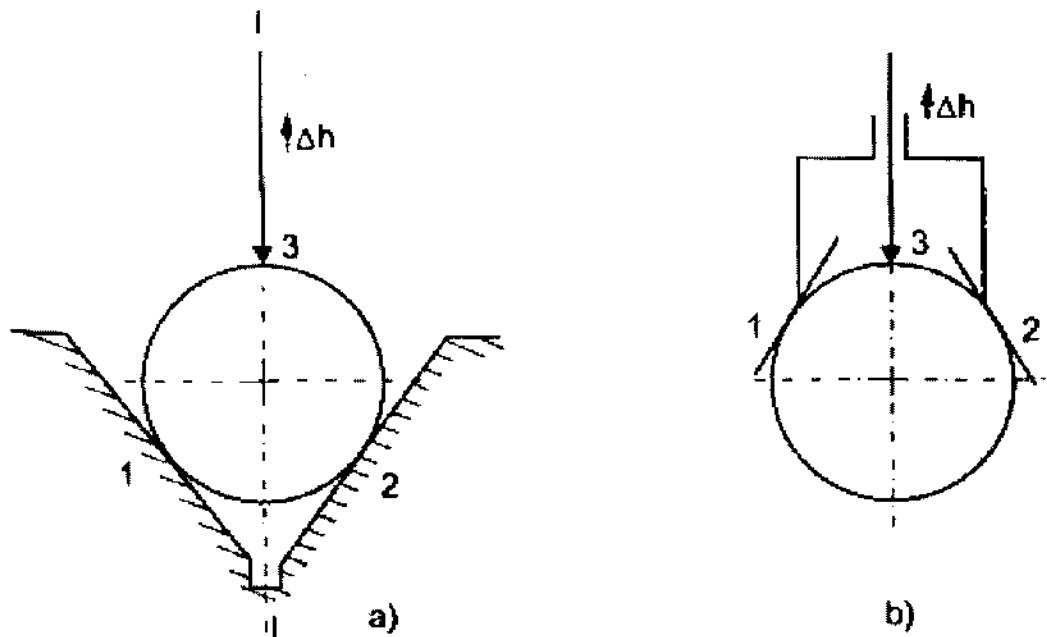
Để giảm sai số đo mặt chuẩn không song song với mặt đo người ta bố trí thêm điểm tỳ phụ C nhằm làm cho tiếp điểm đo ổn định và thực hiện phương pháp đo so sánh với chi tiết mẫu có hình dạng gần giống với chi tiết đo.

2.3. Phương pháp đo ba tiếp điểm

Hình 1.21 mô tả phương pháp đo ba tiếp điểm, trong đó dụng cụ đo tiếp xúc với bề mặt chi tiết đo trên ba điểm, trong đó có hai điểm không nằm trên phương biến thiên của kích thước đo.

Sơ đồ a gọi là sơ đồ đo ba tiếp điểm không cùng phía. Sơ đồ b là sơ đồ đo ba tiếp điểm cùng phía.

Phương pháp đo ba tiếp điểm kiểu a thường dùng cho những sản phẩm đo độ chính xác cao với kích thước không lớn lắm. Sơ đồ b thường dùng cho các sản phẩm đang gia công hoặc chi tiết quá lớn, nặng. Ngoài ra phương pháp đo này đặc biệt hiệu quả khi đo đường kính của các chi tiết như then hoa, bánh răng, các chi tiết dạng như dao phay trụ, tarô...



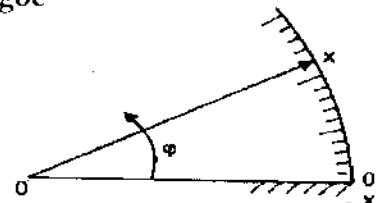
Hình 1.21. Phương pháp đo ba tiếp điểm

3. Phương pháp đo góc

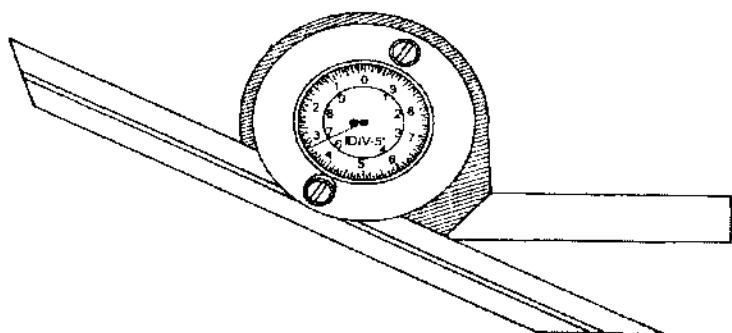
3.1. Phương pháp đo trực tiếp kích thước góc

Hình 1.22 là sơ đồ đo kích thước góc dựa trên nguyên tắc của hệ toạ độ độc cực. Trong đó mặt chuẩn OX_0 gắn với bảng chia độ, mặt đo OX quay quanh tâm O trùng tâm bảng chia. Khi đo, mặt chuẩn và mặt đo kẹp lấy góc cần đo. Mặt đo OX nối với cơ cấu chỉ ra trị số góc đo.

Các thước đo góc thông dụng có dạng như hình 1.23. Để đo góc có độ chính xác cao người ta dùng thị kính đo góc gắn trên kính hiển vi dụng cụ hoặc các máy đo góc chuyên dùng.



Hình 1.22. Đo trực tiếp kích thước góc

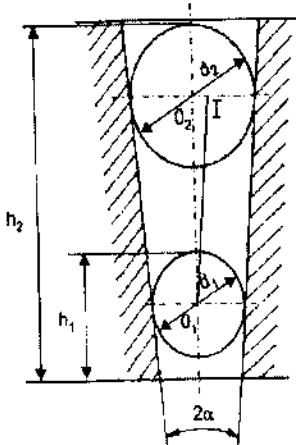


Hình 1.23. Thước đo trực tiếp kích thước góc

3.2. Phương pháp đo gián tiếp kích thước góc

Dựa trên mối quan hệ giữa các yếu tố dài và góc trong tam giác người ta thực hiện phương pháp đo góc gián tiếp.

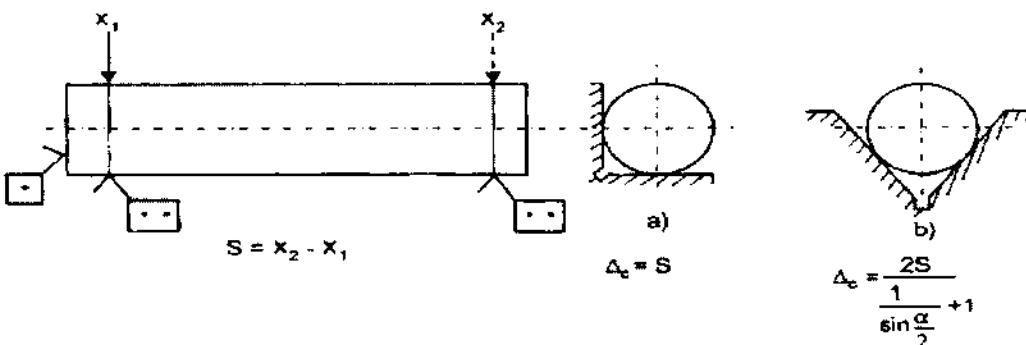
Hình 1.24 giới thiệu phương pháp đo góc của lỗ côn bằng bỉ cầu. Khi thả lần lượt hai viên bi có đường kính d_1 và d_2 vào lỗ, đo được độ cao tương ứng h_1 và h_2 , nhờ thế có thể biết được góc α .



Hình 1.24. Phương pháp đo gián tiếp kích thước góc

4. Phương pháp đo độ côn

Độ côn trong các chi tiết cơ khí được cho theo sai lệch đường kính đo trên 2 tiết diện quy định gọi là độ côn tuyệt đối.



Hình 1.25. Phương pháp đo độ côn

Hình 1.25 mô tả phương pháp đo độ côn chi tiết được định vị trên 2 khối V ngắn và một điểm chống dịch dọc trục. Sau khi đo d_1 ở đầu A, được giá trị đọc x_1 , đảo đầu B sang A đo d_2 , được giá trị đọc x_2 . Tuỳ theo khối V là dạng a hay b mà công thức tính có khác nhau như đã ghi dưới sơ đồ.

Thông thường độ côn được đo theo phương pháp 2 tiếp điểm như trường hợp a. Đặc biệt trong khi đang gia công người ta thường dùng phương pháp đo này với dụng cụ đo cầm tay tự định vị trên chi tiết.

IV. MỘT SỐ DỤNG CỤ ĐO, KIỂM TRA CÁC THÔNG SỐ SỬ DỤNG MÁY DÙNG TRONG NÔNG NGHIỆP

Để máy, liên hợp máy phát huy hiệu quả, kéo dài tuổi thọ và đảm bảo an toàn,...chế độ làm việc của máy phải theo đúng quy định và phạm vi cho phép của nhà chế tạo. Vì vậy, do kiểm tra, xác định các thông số như: mức độ sử dụng tải, áp suất trong buồng đốt, lực kéo, công suất, mô men động cơ... và nhiều thông số khác để có những điều chỉnh kịp thời là rất cần thiết khi sử dụng máy do quá trình làm việc, các thông số đó luôn thay đổi theo chiều hướng xấu đi. Trong phạm vi phần này này, chỉ giới thiệu một số dụng cụ đo, kiểm tra các thông số sử dụng máy như: vận tốc, lực kéo và áp suất.

1. Đo vận tốc

Yêu cầu đo vận tốc đối với các máy nông nghiệp độ chính xác không cao, do vậy người ta thường dùng phương pháp biến đổi trực tiếp đại lượng đo thành sức điện động hay dòng điện, đo các thông số điện suy ra đại lượng đo.

1.1. Máy phát tốc độ

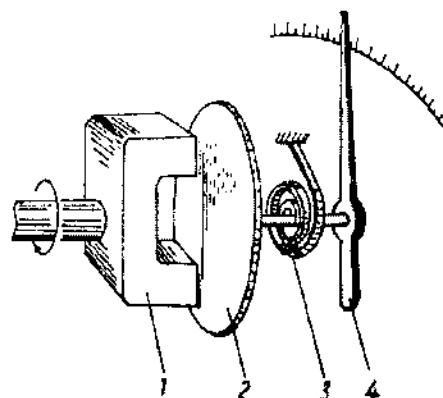
Tốc độ kế thường dùng nhất là máy phát tốc độ. Máy phát tốc độ có thể chia làm hai loại, máy phát một chiều và máy phát xoay chiều. Máy phát tốc một chiều là máy phát điện có sức điện động ra tỷ lệ với tốc độ. Trục quay của máy phát được nối với trục quay của đối tượng đo. Khi đối tượng đó quay, máy phát quay tạo ra sức điện động tỷ lệ với tốc độ quay. Đo sức điện động bằng các dụng cụ đo điện áp có thể suy ra tốc độ. Trong máy phát tốc độ xoay chiều, quan hệ giữa sức điện động và tốc độ quay cũng như máy phát tốc độ một chiều, nhưng điện áp ra là điện áp xoay chiều có tần số tỷ lệ với tốc độ quay. Đo điện áp hoặc tần số có thể xác định được tốc độ đối với các máy phát tốc xoay chiều.

Ngoài các máy phát tốc, ngày nay đo tốc độ quay bằng phương pháp biến tốc độ quay thành tần số hoặc dòng điện được sử dụng khá rộng rãi.

1.2. Một số thiết bị đo tốc độ

1.2.1. Thiết bị đo tốc độ theo nguyên lý cảm ứng từ

Loại thiết bị này thường được lắp trên ô tô, máy kéo và một số máy nông nghiệp khác để đo tốc độ tiến của máy, hình 1.26. Trong chuyển đổi bao gồm nam châm vĩnh cửu 1 nối với trục quay của động cơ qua bộ dẫn động bằng dây mềm.



Hình 1.26

Trước nam châm là đĩa nhôm 2 có trục gắn với kim chỉ tốc độ 4 và lò xo cảm 3. Khi nam châm quay tạo ra từ trường quay, từ trường này cảm ứng đồng thời tác dụng lên dòng điện áy một lực tạo ra mô men quay lên đĩa nhôm. Tuỳ theo tốc độ quay của động cơ, đĩa nhôm bị quay theo, kim chỉ cho ta biết được tốc độ đó.

1.2.2. Đồng hồ đo tốc độ quay

a) Thiết bị đo tốc độ quay kiểu gián tiếp.

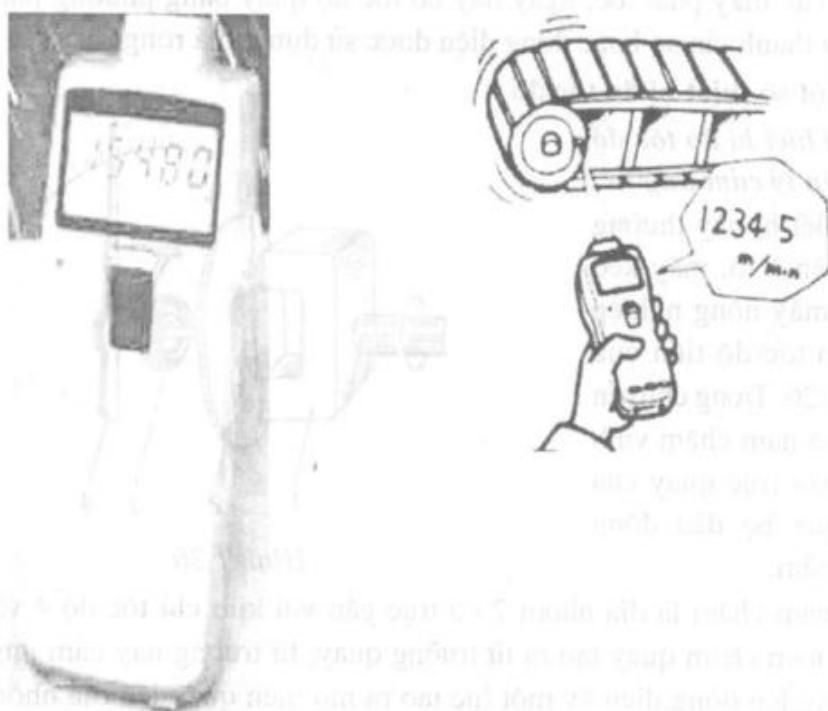
Nguyên lý hoạt động.

Thiết bị đo số vòng quay kiểu gián tiếp thường là thiết bị đo lường kiểu điện tử. Hoạt động dựa trên nguyên lý phát, nhận ánh sáng phản xạ từ vật phản quang được dán trên đối tượng đo sau đó giải mã và hiển thị các thông số đo thu nhận được.

Cấu tạo của thiết bị.

Gồm có 2 phần chính: Phát tín hiệu, thu nhận tín hiệu phản xạ và các thiết bị xử lý tín hiệu, giải mã và hiển thị.

Bộ phận phát và thu nhận tín hiệu đo: thường nằm ở phần đầu của thiết bị, dạng diốt phát quang, khi ta nhấn công tắc để thực hiện đo, tia sáng sẽ được phát ra chiếu thẳng vào miếng giấy phản quang được dán trên đối tượng đo. Tia phản xạ lại sẽ được ghi nhận dưới dạng tín hiệu điện và truyền tới bộ xử lý tín hiệu -Hình 1.27



Hình 1.27

Các thiết bị xử lý tín hiệu, giải mã và hiển thị: Là các linh kiện điện tử làm nhiệm vụ ghi nhận các xung phản xạ (mỗi tín hiệu phản xạ được ghi nhận là một xung) giải mã và hiển thị dưới dạng tốc độ quay (v/ph hoặc m/p).

Đa số các thiết bị đo thường chỉ đo được tốc độ quay gián tiếp, tuy nhiên một số thiết bị hiện đại hơn có thêm chức năng đo tốc độ quay trực tiếp hoặc đo vận tốc bề mặt của chi tiết (m/s). Hình 1.28

Khoảng cách đo hiệu quả của thiết bị thường trong khoảng 20 – 150 mm. Không nên đo gần quá vì nguy hiểm, đo xa quá tín hiệu phản xạ yếu, số liệu đo không chính xác.

Một số thao tác cần lưu ý khi đo.

- Chọn vị trí đo thuận lợi và đảm bảo an toàn cho các thao tác đo.

- Lau sạch vị trí dự định đo, sau đó dán miếng giấy phản quang có kích thước tối thiểu khoảng 3 x 15 mm lên đó.

- Thông thường chỉ dán một miếng giấy phản quang lên chi tiết cần đo, số liệu nhận được sẽ là tốc độ quay của chi tiết (v/p). Nếu dán nhiều miếng giấy trên cùng một đường kính của chi tiết thì tốc độ quay thực của chi tiết sẽ phải chia cho số miếng giấy được dán lên đó.



Hình 1.28

b) Thiết bị đo tốc độ quay kiểu trực tiếp.

Hình 1.29 là đồng hồ đo tốc độ quay kiểu trực tiếp. Khi đo, ấn đầu đo trực tiếp vào đầu trực cần đo, sao cho tâm của trực đầu đo trùng với tâm trực cần đo. Tuỳ bề mặt đầu trực cần đo, chọn các đầu đo thích hợp. Tốc độ quay của trực (v/p hay m/p) được đọc trực tiếp trên mặt chỉ thị.



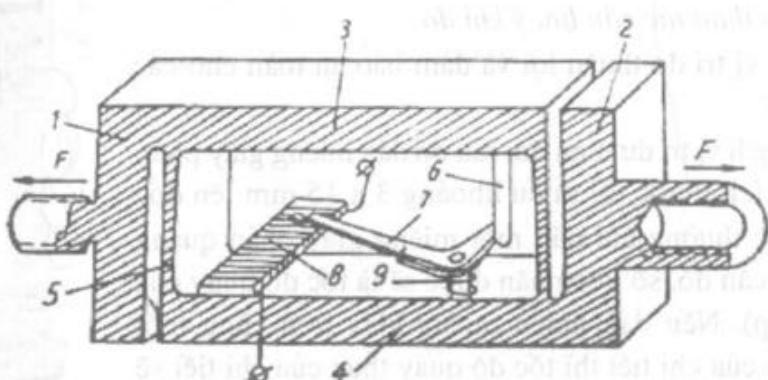
Hình 1.29

2. Đo lực bằng lực kế

Đo lực, ứng suất và áp suất có thể dùng các loại chuyển đổi khác nhau với các phương pháp khác nhau, thông thường có hai phương pháp đo:

- Phương pháp đo trực tiếp là phương pháp sử dụng các chuyển đổi có đại lượng vào tương ứng với lực cần đo. Đại lượng ra được biến thành các tín hiệu điện, các thông số điện. Mạch đo và chỉ thị cho kết quả đo không thông qua hệ dẫn truyền trung gian.

- Phương pháp đo gián tiếp, trong đó sử dụng các phần tử đàn hồi, các hệ đàn truyền, biến lực thành di chuyển. Các chuyển đổi đo các đại lượng di chuyển từ đó suy ra đại lượng cần đo.



Hình 1.30. Sơ đồ lực kế dùng chuyển đổi biến trở.

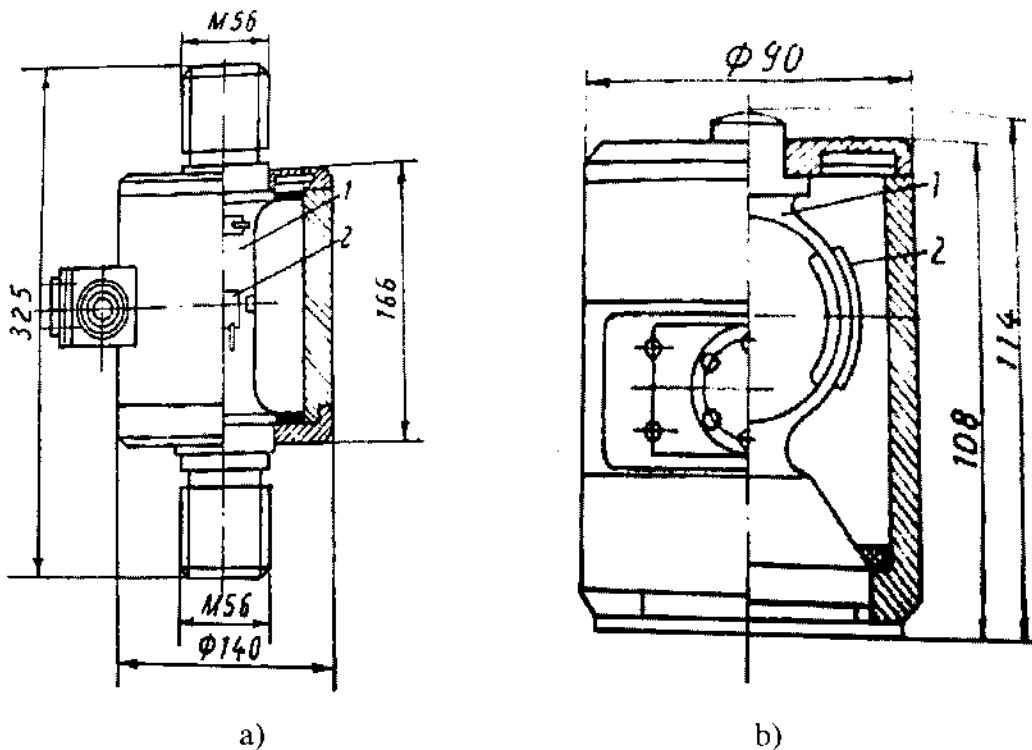
Hình 1.30 là sơ đồ lực kế dùng chuyển đổi biến trở. Lực cần đo F tác động lên hai tấm thép 1 và 2, hai tấm này gắn liền với hai khối 3 và 4. Dưới tác dụng của lực đo, bản mỏng 5 bị biến dạng và khối 3, 4 di chuyển tương đối với nhau. Trong quá trình di chuyển, khối 3 gắn cần 6 đẩy tay gạt 7 làm con trượt di chuyển trên biến trở dây 8. Con trượt được chế tạo từ hợp kim Platin-Iridi, dây biến trở làm bằng Constantan mạ vàng. Áp lực của con trượt lên các vòng dây bằng 0,02 N. Để tay gạt có thể trở lại vị trí ban đầu khi không có lực tác động, tay gạt được gắn lò xo đàn hồi 9.

Biến trở có 170 vòng, điện trở 500Ω ; giới hạn đo khoảng 3 kN. Sai số của dụng cụ là $\pm 3\%$.

Ưu điểm của lực kế này là đơn giản, dễ chế tạo, dễ sử dụng, độ tin cậy cao, không cần khuếch đại tín hiệu ra.

Nhược điểm của dụng cụ là không đo được lực biến thiên nhanh do tay gạt 7 dưới tác dụng của lò xo 9 chỉ thực hiện được với tần số không quá $10 \div 20$ Hz. Để đo lực tác động nhanh có thể dùng lực kế với chuyển đổi điện trở tenzô, điện cảm, điện dung, áp điện và áp từ.

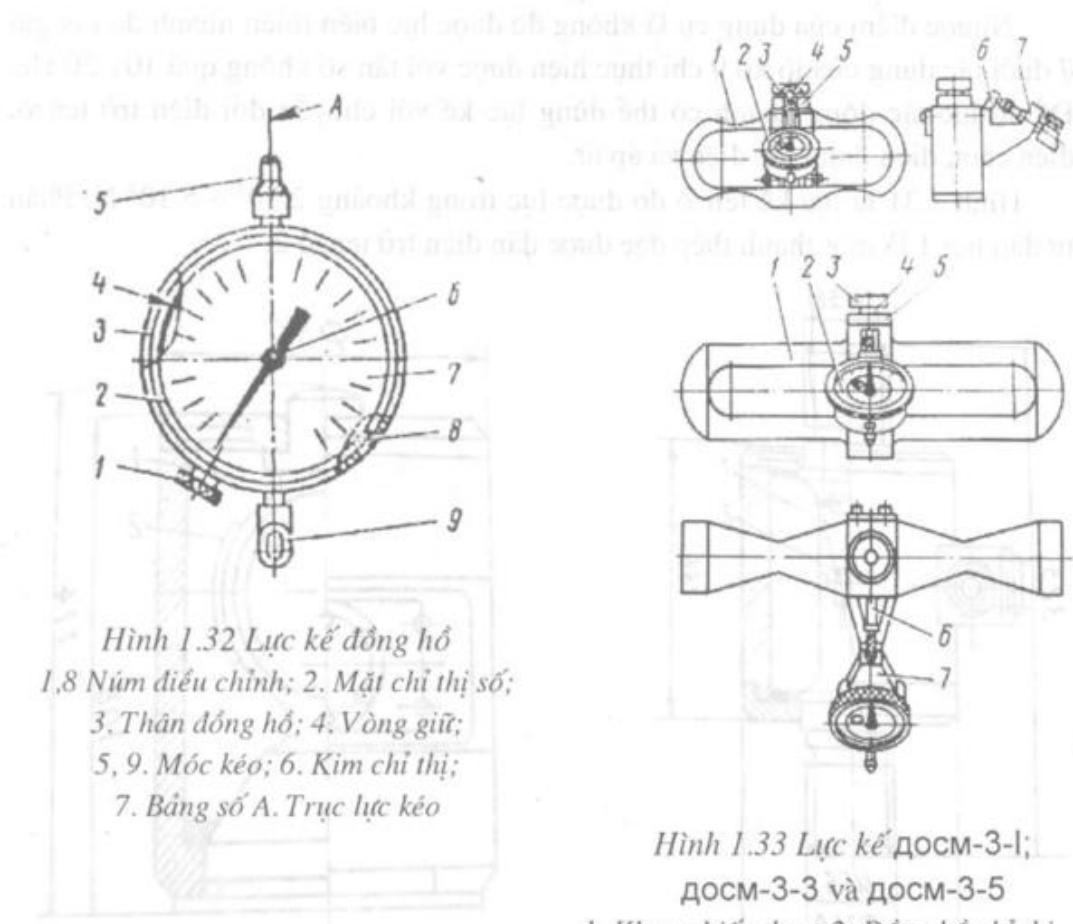
Hình 1.31 là lực kế tenzô đo được lực trong khoảng $2.10^3 \div 5.10^5$ N. Phần tử đòn hồi 1 là một thanh thép đặc được dán điện trở tenzô 2.



Hình 1.31 Lực kế tenzô

Với lực kế cơ, giới hạn đo từ $2.10^4 \div 10^5$ N, phần tử đòn hồi có dạng hình xuyến 1, trên đó dán điện trở tenzô ở cả hai phía trong và ngoài (Hình 1.31 b). Các điện trở tenzô được nối thành nhánh của mạch cầu không cân bằng. Khi có lực tác động phần tử đòn hồi 1 bị biến dạng làm cho các điện trở tenzô biến dạng theo. Với các lực biến thiên chậm, cầu được cung cấp bằng nguồn điện áp tần số 50 Hz, chỉ thị là các thiết bị tự ghi. Khi lực tác động nhanh, chỉ thị là các dao động kí.

Hình 1.32 và hình 1.33 giới thiệu một số loại lực kế thường được sử dụng để đo lực kéo của máy kéo.



Hình 1.32 Lực kế đồng hồ

1,8 Núm điều chỉnh; 2. Mặt chỉ thị số;
3. Thân đồng hồ; 4. Vòng giữ;
5, 9. Móc kéo; 6. Kim chỉ thị;
7. Bảng số A. Trục lực kéo

Hình 1.33 Lực kế досм-3-1;
досм-3-3 và досм-3-5

1. Khung biến dạng 2. Đồng hồ chỉ thị
3. Tấm đệm 4. Viên bi 5. Đế tựa
6. Cân 7. Giá đỡ

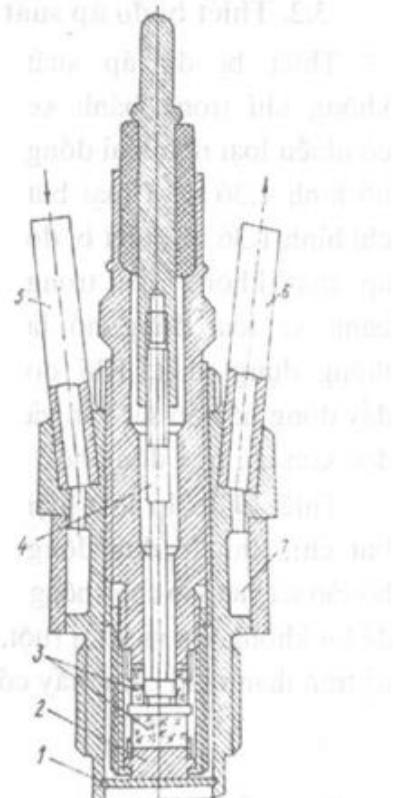
3. Đo áp suất

Phương pháp đo áp suất cũng như đo lực có thể theo hai hướng: Đo bằng các chuyển đổi phản ánh trực tiếp đại lượng đo như chuyển đổi áp điện, áp từ và điện trở lực căng. Hướng thứ hai là biến áp suất thành di chuyển, do độ di chuyển suy ra áp suất. Thực hiện theo hướng nào là do yêu cầu cụ thể và điều kiện đo thực tế. Các dụng cụ đo áp suất được gọi là áp kế.

3.1. Thiết bị đo áp suất trong xy lanh động cơ đốt trong

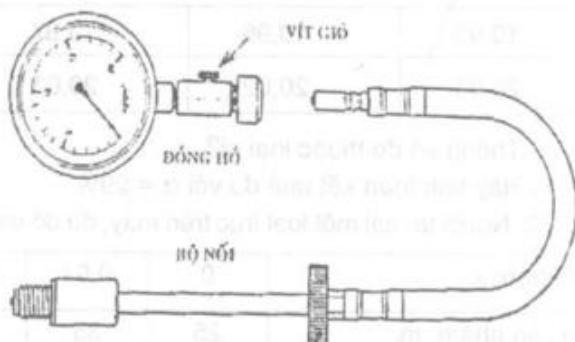
Hình 1.34 là thiết bị chuyển đổi áp điện đo áp suất. Đầu chuyển đổi có màng mỏng 1, để nhận trực tiếp áp suất của xy lanh. Tân số riêng của màng

này được chọn thích hợp với tốc độ biến thiên của áp suất. Áp suất được truyền qua đệm kim loại 2 đến phần tử áp điện 3. Phía trên phần tử áp điện, các diện tích được lấy ra từ cực 4 và vỏ của chuyển đổi. Độ nhạy của thạch anh chỉ không thay đổi ở nhiệt độ dưới 200°C , nhưng nhiệt độ trong xy lanh lớn hơn nhiều, vì vậy người ta phải chế tạo một sơ mi tỏa nhiệt trong có các lỗ 5, 6, 7 để dẫn nước chảy qua. Điện trở ra của chuyển đổi rất lớn $10^{13} \Omega$ nên đòi hỏi điện trở cách điện của dây dẫn và điện trở đầu vào của bộ khuếch đại cũng phải lớn. Với một dải tần tương đối rộng, tốc độ biến thiên áp suất trong xy lanh rất lớn, do đó phải dùng các đầu rung của dao động kỹ có tần số riêng cao nhưng độ nhạy lại thấp, vì vậy yêu cầu hệ số khuếch đại phải lớn để có thể đo áp suất từ $0 \div 15 \text{ MN/m}^2$.



Hình 1.34

Hình 1.35 là đồng hồ đo áp suất nén trong xi lanh động cơ xăng. Khi đo gắn chặt bộ nối của thiết bị đo vào lỗ bu gi và nối vào đồng hồ đo áp suất.



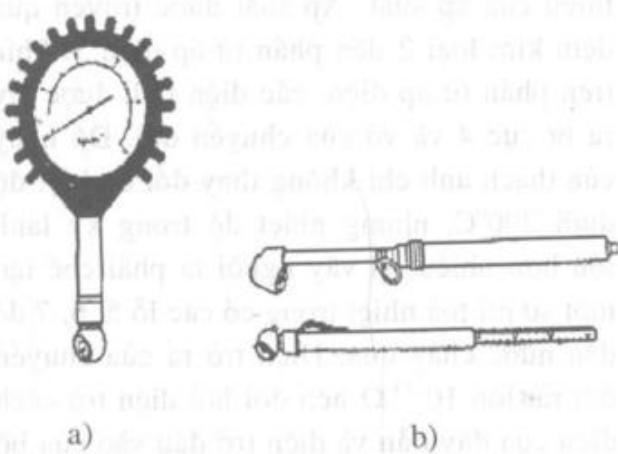
Hình 1.35

Quay động cơ bằng mô tơ khởi động, khi kim đồng hồ đạt đến giá trị cực đại thì ngừng động cơ và đọc giá trị đo trên đồng hồ.

3.2. Thiết bị đo áp suất không khí trong bánh xe

Thiết bị đo áp suất không khí trong bánh xe có nhiều loại như loại đồng hồ hình 1.36 a và loại bút chì hình 1.36 b. Thiết bị đo áp suất không khí trong bánh xe loại đồng hồ là thông dụng nhất. Khi đo đẩy đồng hồ vào sát van và đọc kim chỉ trên đồng hồ.

Thiết bị đo áp suất loại bút chì, khi đo đưa đồng hồ vào sát van sao cho không để lọt không khí ra khỏi ruột. Chạm nhẹ nhàng vào đầu thanh đồng hồ. Đọc giá trị trên thanh khi cảm thấy có trở lực và thanh này không rút lại nữa.



Hình 1.36

a. Loại đồng hồ mặt số

b. Loại bút chì

Câu hỏi và bài tập

1. Khi sửa máy xong, người ta cắt thử 10 chi tiết với kích thước điều chỉnh là 20 mm. Khi đo đường kính các chi tiết gia công được các số liệu sau:

19,95	19,96	19,97	19,98	19,99
20,01	20,02	20,03	20,04	20,05

- Thông số đo thuộc loại gì?
- Hãy tính toán kết quả đo với $\alpha = 99\%$.

2. Người ta mài một loạt trực trên máy, đo độ méo của các trực được bằng số liệu sau:

Độ méo: x_i	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
Số sản phẩm: m_i	25	35	20	3	2	1

- Thông số thuộc loại gì?
- Hãy tính toán độ méo trung bình X_0 và độ méo lớn nhất khi gia công trên máy với $\alpha = 95\%$.

Chương 2

NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DUNG SAI LẮP GHÉP

Mục tiêu:

Học sinh phải hiểu và thuộc các khái niệm cơ bản sau:

- Khái niệm về kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai.
- Các đặc tính của ba nhóm lắp ghép và các khái niệm về độ hở giới hạn, độ dôi giới hạn và dung sai của lắp ghép.
- Cách biểu diễn bằng sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép.

Nội dung chính:

- Khái niệm về kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai.
- Khái niệm về lắp ghép.
- Hệ thống dung sai lắp ghép bề mặt trơn.
- Dung sai về hình dạng và vị trí.
- Nhám bề mặt.
- Chuỗi kích thước.

Muốn đạt được tính đối lẫn chức năng thì chúng ta phải giải quyết là: xác định và tính toán mối quan hệ về dung sai tính năng của máy hay bộ phận máy với dung sai yếu tố hình học chi tiết và sau đó là biện pháp về quy định các trị số dung sai tiêu chuẩn cho phù hợp với sản xuất. Nhưng muốn xác định và giải quyết mối quan hệ đó thì phải biết các yếu tố hình học của chi tiết có những loại sai số gì, đánh giá nó bằng trị số nào và biết quy luật biến thiên của nó để tính toán cho phù hợp. Cũng nhờ đó chúng ta mới có thể biết được các yếu tố hình học chi tiết bị sai tới mức độ nào, có nằm trong vùng dung sai quy định hay không.

I. KHÁI NIỆM VỀ KÍCH THƯỚC, SAI LỆCH GIỚI HẠN VÀ DUNG SAI

1. Dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn

Để thống nhất hoá và tiêu chuẩn hoá kích thước của chi tiết và lắp ghép, TCVN qui định 4 dãy số ưu tiên (kích thước thẳng tiêu chuẩn) ký hiệu là: R_a5;R_a10;R_a20;R_a40 (Bảng 3 - phụ lục).

Đó chính là giá trị của 4 cấp số nhân có công bội φ như sau:

- R_a5 $\varphi = \sqrt[5]{10} \approx 1,6$
- R_a10 $\varphi = \sqrt[10]{10} \approx 1,25$
- R_a20 $\varphi = \sqrt[20]{10} \approx 1,2$
- R_a40 $\varphi = \sqrt[40]{10} \approx 1,06$

Khi thiết kế chế tạo chi tiết và sản phẩm thì các kích thước thẳng danh nghĩa của chúng được chọn theo giá trị của các dãy số ưu tiên và phải ưu tiên chọn trong dãy có độ chia lớn trước nhất.

Việc chọn các kích thước danh nghĩa của chi tiết theo tiêu chuẩn nhằm giảm bớt số loại, kích cỡ của các chi tiết và sản phẩm và do đó giảm số loại trang thiết bị, dụng cụ đo...tạo điều kiện chuyên môn hoá sản xuất.

2. Kích thước danh nghĩa

Là kích thước được xác định bằng tính toán xuất phát từ chức năng của chi tiết sau đó qui tròn (về phía lớn hơn) theo các giá trị của dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn.

Kích thước danh nghĩa dùng làm gốc để tính các sai lệch.

Ví dụ: Khi tính toán độ bền chịu lực của chi tiết trực, ta tính được đường kính trực là 39,87mm. Theo các giá trị của dãy kích thước tiêu chuẩn (bảng3 - phụ lục) ta qui tròn là 40mm. Vậy kích thước danh nghĩa của chi tiết trực là 40mm.

Khi tra bảng 3 - phụ lục: ưu tiên sử dụng dãy 1 (R_a5) trước, rồi mới đến dãy 2 (R_a10)... Kích thước danh nghĩa được ký hiệu như sau:

- Đối với chi tiết trực là d_N
- Đối với chi tiết lõi là D_N

Đơn vị đo kích thước thẳng được dùng là milimét (mm) và qui ước thống nhất trên các bản vẽ mà không cần ghi ký hiệu đơn vị “mm”.

3. Kích thước thực

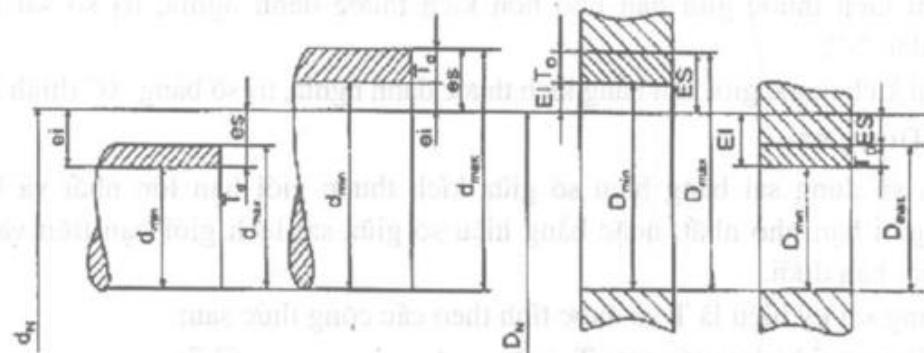
Là kích thước nhận được từ kết quả đo với sai số cho phép và được ký hiệu là d_{th} đối với trục và D_{th} đối với lỗ.

Ví dụ: Khi đo kích thước đường kính trục bằng panme có giá trị vạch chia là 0,01mm, kết quả đo nhận được là: 24,98 mm, thì kích thước thực của trục là $d_{th} = 24,98\text{mm}$ với sai số cho phép là $\pm 0,01\text{mm}$.

Nếu dùng dụng cụ đo chính xác hơn thì kích thước thực nhận được cũng có độ chính xác cao hơn.

4. Kích thước giới hạn

Để xác định phạm vi cho phép của sai số chế tạo, người ta quy định hai kích thước giới hạn (hình 2.1) là:



Hình 2.1. Sơ đồ biểu diễn kích thước giới hạn

- Kích thước giới hạn lớn nhất ký hiệu là d_{max} (D_{max})
- Kích thước giới hạn nhỏ nhất, ký hiệu là d_{min} (D_{min})

Kích thước của chi tiết đã chế tạo (kích thước thực) nằm trong phạm vi cho phép ấy thì đạt yêu cầu. Như vậy chi tiết chế tạo đạt yêu cầu khi kích thước thực của nó thỏa mãn bất đẳng thức sau:

$$d_{min} \leq d_{th} \leq d_{max} \quad (2.1)$$

$$D_{min} \leq D_{th} \leq D_{max} \quad (2.2)$$

5. Sai lệch giới hạn

Là hiệu số đại số giữa các kích thước giới hạn và kích thước danh nghĩa.

- Sai lệch giới hạn trên ($es; ES$): Là hiệu số đại số giữa kích thước giới hạn lớn nhất với kích thước danh nghĩa và được tính:

$$es = d_{max} - d_N \quad (2.3)$$

$$ES = D_{max} - D_N \quad (2.4)$$

- Sai lệch giới hạn dưới ($ei; EI$): Là hiệu số đại số giữa kích thước giới hạn nhỏ nhất và kích thước danh nghĩa.

$$ei = d_{min} - d_N \quad (2.5)$$

$$EI = D_{min} - D_N \quad (2.6)$$

(chữ thường đối với chi tiết trực, chữ in hoa sử dụng đối với chi tiết lỗ.)

Khi kích thước giới hạn lớn hơn kích thước danh nghĩa, trị số sai lệch mang dấu “+”;

Khi kích thước giới hạn nhỏ hơn kích thước danh nghĩa, trị số sai lệch mang dấu “-”;

Khi kích thước giới hạn bằng kích thước danh nghĩa, trị số bằng “0” (hình 2.1)

6. Dung sai

Trị số dung sai bằng hiệu số giữa kích thước giới hạn lớn nhất và kích thước giới hạn nhỏ nhất, hoặc bằng hiệu số giữa sai lệch giới hạn trên và sai lệch giới hạn dưới.

Dung sai ký hiệu là T và được tính theo các công thức sau:

$$+ \text{Dung sai kích thước trực: } T_d = d_{max} - d_{min} \quad (2.7)$$

$$\text{hoặc } T_d = es - ei \quad (2.8)$$

$$+ \text{Dung sai kích thước lỗ: } T_D = D_{max} - D_{min} \quad (2.9)$$

$$\text{hoặc } T_D = ES - EI \quad (2.10)$$

Dung sai luôn luôn có giá trị dương biểu thị phạm vi cho phép của sai số kích thước. Trị số dung sai càng nhỏ thì yêu cầu độ chính xác chế tạo kích thước càng cao và ngược lại nếu trị số dung sai càng lớn thì yêu cầu độ chính xác chế tạo càng thấp.

Như vậy: Dung sai đặc trưng cho độ chính xác yêu cầu của kích thước hay còn gọi là độ chính xác thiết kế.

Ví dụ 2.1: Một chi tiết trực có kích thước danh nghĩa $D_N = 45$ mm, kích thước giới hạn lớn nhất $d_{max} = 45,015$ mm, kích thước giới hạn nhỏ nhất $d_{min} = 44,980$ mm.

Tính trị số các sai lệch giới hạn và dung sai.

Giải:

- Sai lệch giới hạn kích thước trục được tính theo các công thức (2.3) và (2.5)

$$es = d_{\max} - d_N = 45,015 - 45 = 0,015 \text{ mm}$$

$$ei = d_{\min} - d_N = 44,980 - 45 = -0,02 \text{ mm}$$

- Dung sai kích thước trục được tính theo công thức (2.7) hoặc (2.8):

$$T_d = d_{\max} - d_{\min} = 45,015 - 44,980 = 0,035 \text{ mm}$$

$$\text{hoặc } T_d = es - ei = 0,015 - (-0,02) = 0,035 \text{ mm}$$

Ví dụ 2.2: Chi tiết lỗ lắp ổ bi 204 có kích thước danh nghĩa là $D_N = 52 \text{ mm}$, kích thước giới hạn lớn nhất $D_{\max} = 51,992 \text{ mm}$, kích thước giới hạn nhỏ nhất $D_{\min} = 51,960 \text{ mm}$

Tính trị số sai lệch giới hạn và dung sai.

Giải:

- Tính các sai lệch giới hạn theo các công thức (2.4) và (2.6)

$$ES = D_{\max} - D_N = 51,992 - 52 = -0,008 \text{ mm}$$

$$EI = D_{\min} - D_N = 51,960 - 52 = -0,040 \text{ mm}$$

- Tính trị số dung sai theo công thức (2.9) hoặc (2.10)

$$T_D = D_{\max} - D_{\min} = 51,992 - 51,960 = 0,032 \text{ mm}$$

$$\text{hoặc } T_D = ES - EI = -0,008 - (-0,040) = 0,032 \text{ mm}$$

Ví dụ 2.3: Biết kích thước danh nghĩa của trục là $d_N = 28 \text{ mm}$ và các sai lệch giới hạn là: $es = -0,020 \text{ mm}$, $ei = -0,041 \text{ mm}$.

- Tính các kích thước giới hạn và dung sai.

- Nếu sau khi gia công trục người thợ đo được kích thước thực là $d_{\text{th}} = 27,976 \text{ mm}$ thì chi tiết trục đó có đạt yêu cầu không ?.

Giải:

- Từ các công thức (2.3) và (2.5) ta suy ra:

$$d_{\max} = d_N + es = 28 + (-0,020) = 27,980 \text{ mm}$$

$$d_{\min} = d_N + ei = 28 + (-0,041) = 27,959 \text{ mm}$$

Áp dụng công thức (2.8) ta tính được dung sai:

$$T_d = es - ei = -0,020 - (-0,041) = 0,021 \text{ mm}$$

- Ta đã biết chi tiết trục đạt yêu cầu khi kích thước thực của nó thoả mãn bất đẳng thức (2.1):

$$d_{\min} \leq d_{\text{th}} \leq d_{\max}$$

Trong ví dụ này ta có:

$$d_{\min} = 27,959 \leq d_{th} = 27,976 \leq d_{\max} = 27,980$$

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

Ví dụ 2.4: Biết kích thước danh nghĩa của chi tiết lỗ là : $D_N = 25\text{mm}$, các sai lệch giới hạn kích thước lỗ là: $ES = + 0,053\text{mm}$, $EI = +0,020\text{mm}$.

- Tính các kích thước giới hạn và dung sai.

- Kích thước thực của lỗ sau khi gia công đo được là: $D_{th} = 25,015\text{mm}$. Chi tiết lỗ đã gia công có đạt yêu cầu không?

Giải:

- Từ các công thức (2.4) và (2.6) ta suy ra:

$$D_{\max} = D_N + ES = 25 + 0,053 = 25,053\text{mm}$$

$$D_{\min} = D_N + EI = 25 + 0,020 = 25,020\text{mm}$$

Áp dụng công thức (2.10) ta tính được dung sai:

$$T_D = ES - EI = 0,053 - 0,020 = 0,033\text{mm}$$

- Chi tiết lỗ đạt yêu cầu khi kích thước thực của nó thoả mãn bất đẳng thức (2.2) $D_{\min} \leq D_{th} \leq D_{\max}$

Trong ví dụ này: $D_{th} = 25,015\text{mm} < D_{\min} = 25,020\text{mm}$ tức là không thoả mãn bất đẳng thức (2.2). Vậy chi tiết lỗ đã gia công là không đạt yêu cầu.

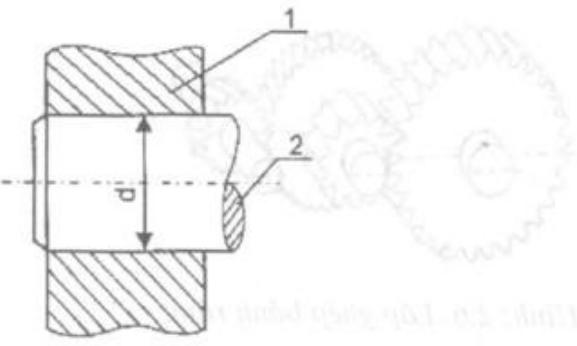
II. KHÁI NIỆM VỀ LẮP GHÉP

Các chi tiết máy được chế tạo riêng lẻ rồi được phối hợp với nhau tuỳ theo chức năng, nhiệm vụ cụ thể của sản phẩm. Việc phối hợp các chi tiết với nhau một cách cố định (đai ốc vặn chặt vào bu lông) hoặc di động (pít tông trong xi lanh) tạo thành mối ghép. Những bề mặt, kích thước mà dựa theo chúng các chi tiết phối hợp với nhau gọi là bề mặt, kích thước lắp ghép. Bề mặt lắp ghép thường là bề mặt bao bên ngoài và bề mặt bị bao bên trong.

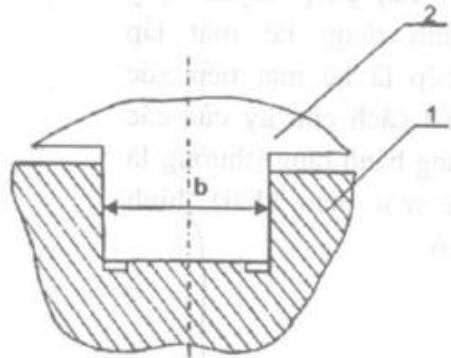
Mối ghép được chia làm hai loại:

- Mối ghép cố định: Ví dụ: trong lắp ghép giữa trực và lỗ, hình 2.2. thì bề mặt lỗ là bề mặt bao, còn bề mặt trực là bề mặt bị bao.

- Mối ghép di động: Có sự chuyển động tương đối giữa các chi tiết ghép như lắp ghép giữa con trượt và rãnh trượt, hình 2.3 thì bề mặt rãnh trượt là bề mặt bao, còn bề mặt con trượt là bề mặt bị bao.



Hình 2.2: 1- Lỗ
2- Trục



Hình 2.3: 1- Rãnh
2- Con trượt

Kích thước bể mặt bao được ký hiệu là D_N , kích thước bể mặt bị bao là d . Kích thước danh nghĩa của lắp ghép chung cho cả bể mặt bao và bị bao:

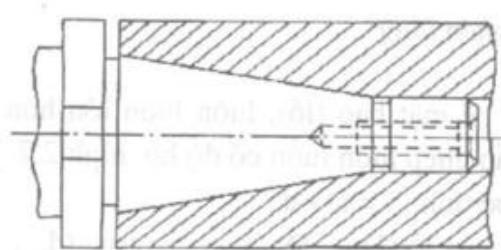
$$D_N = d_N.$$

Đặc trưng của mỗi ghép là khe hở và độ dôi của mỗi ghép.

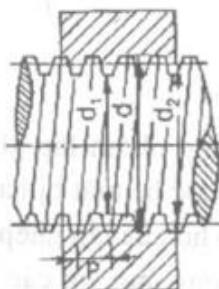
1. Các loại lắp ghép

Phân loại theo hình dạng bể mặt, lắp ghép trong chế tạo cơ khí có các loại:

- Lắp ghép bể mặt trơn bao gồm:
 - + Lắp ghép trụ trơn: Bể mặt lắp ghép là bể mặt trụ trơn, hình 2.2.
 - + Lắp ghép phẳng: Bể mặt lắp ghép là hai mặt phẳng song song, hình 2.3.
 - Lắp ghép côn trơn: Bể mặt lắp ghép là mặt nón cụt, hình 2.4.
 - Lắp ghép ren: Bể mặt lắp ghép là mặt xoắn ốc có dạng prôfin tam giác, hình thang,... hình 2.5.

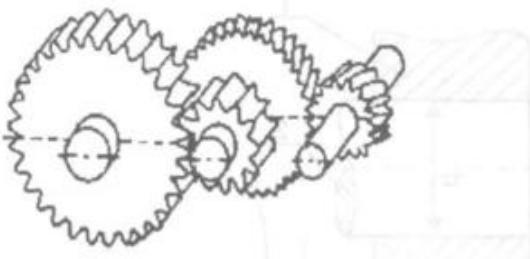


Hình 2.4. Lắp ghép côn trơn



Hình 2.5. Lắp ghép ren

Lắp ghép truyền động bánh răng: Bề mặt lắp ghép là bề mặt tiếp xúc một cách chu kỳ của các răng bánh răng (thường là bề mặt thân khai), hình 2.6



Hình: 2.6. Lắp ghép bánh răng

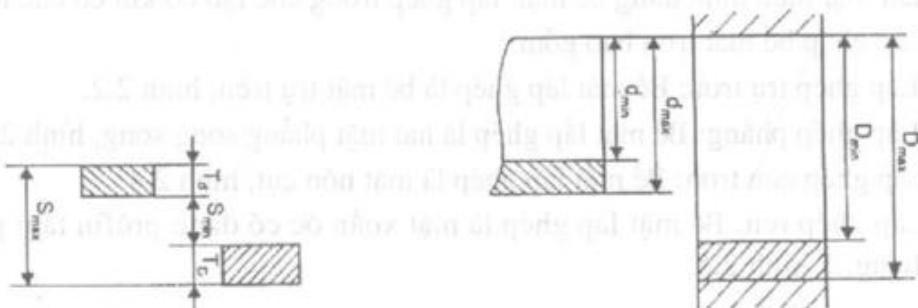
Trong số các lắp ghép trên thì lắp ghép bề mặt trơn chiếm phần lớn. Đặc tính của lắp ghép được xác định bởi hiệu số kích thước bề mặt bao và bị bao.

- Nếu hiệu số đó có giá trị dương ($D - d > 0$) thì lắp ghép có độ hở.
- Nếu hiệu số đó có giá trị âm ($D - d < 0$) thì lắp ghép có độ dôi.

Dựa vào đặc tính đó, lắp ghép được phân thành 3 nhóm: Lắp lỏng, lắp chật và lắp trung gian.

1.1. Nhóm lắp lỏng

Là lắp ghép có khe hở trong mối ghép. Khe hở này đặc trưng cho sự tự do dịch chuyển tương đối của các chi tiết.



Hình 2.7. Lắp ghép lỏng

Trong nhóm lắp ghép này kích thước bề mặt bao (lỗ), luôn luôn lớn hơn kích thước bề mặt bị bao (trục), đảm bảo lắp ghép luôn luôn có độ hở, hình 2.7.

Độ hở của lắp ghép ký hiệu là S và được tính: $S = D - d$

Tương ứng với các kích thước giới hạn của lỗ (D_{\max} , D_{\min}) và của trục (d_{\max} , d_{\min}), lắp ghép có các độ hở giới hạn:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} \quad (2.11)$$

Hay $S_{\max} = ES - ei$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} \quad (2.12)$$

Hay $S_{\min} = EI - es$

(Đối với một lắp ghép $D_N = d_N$)

Độ hở trung bình của lắp ghép là:

$$S_m = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} \quad (2.13)$$

Nếu kích thước của loạt chi tiết được phép dao động trong khoảng ($D_{\min} \div D_{\max}$) đối với lỗ và ($d_{\min} \div d_{\max}$) đối với trục thì độ hở (S) của loạt lắp ghép cũng được phép dao động trong khoảng $S_{\max} \div S_{\min}$ tức là trong khoảng dung sai của độ hở T_S :

$$T_S = S_{\max} - S_{\min} \quad (2.14)$$

Từ (2.11) và (2.12) thay vào (2.14) ta được:

$$T_S = (D_{\max} - d_{\min}) - (D_{\min} - d_{\max})$$

$$T_S = (D_{\max} - D_{\min}) + (d_{\max} - d_{\min})$$

$$T_S = T_D + T_d \quad (2.15)$$

Như vậy dung sai của độ hở (T_S) bằng tổng dung sai kích thước lỗ và kích thước trục. Dung sai của độ hở còn được gọi là dung sai của lắp ghép lỏng. Nó đặc trưng cho mức độ chính xác yêu cầu của lắp ghép.

Ví dụ 2.5: Cho kiểu lắp ghép lỏng trong đó kích thước lỗ là $\phi 52^{+0,030}_0$ kích thước trục $\phi 52^{-0,030}_{-0,060}$ hãy tính:

- Kích thước giới hạn và dung sai của các chi tiết.

- Độ hở giới hạn, độ hở trung bình và dung sai của độ hở.

Giai: Theo số liệu đã cho ta có:

$$\begin{aligned} \text{Lỗ } \phi 52 & \left\{ \begin{array}{l} ES = +0,030 \text{mm} \\ EI = 0 \end{array} \right. & \text{Trục } \phi 52 & \left\{ \begin{array}{l} es = -0,030 \\ ei = -0,060 \end{array} \right. \end{aligned}$$

- Kích thước giới hạn và dung sai được tính tương tự như ví dụ 2.3 và 2.4

+ Đối với lỗ: $D_{\max} = D_N + ES = 52 + 0,030 = 52,03 \text{mm}$

$$D_{\min} = D_N + EI = 52 + 0 = 52,00 \text{mm}$$

$$T_D = ES - EI = 0,03 - 0 = 0,03 \text{mm}$$

+ Đối với trục: $d_{\max} = d_N + es = 52 + (-0,03) = 51,97 \text{mm}$

$$d_{\min} = d_N + ei = 52 + (-0,06) = 51,94 \text{mm}$$

$$T_d = es - ei = -0,03 - (-0,06) = 0,03 \text{mm}$$

- Độ hở giới hạn và trung bình được tính theo (2.11), (2.12) và (2.13)

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 52,03 - 51,94 = 0,09 \text{mm}$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 52 - 51,97 = 0,03 \text{mm}$$

$$S_m = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = \frac{0,09 + 0,03}{2} = 0,06 \text{mm}$$

- Dung sai của độ hở được tính theo (1.14) hoặc (1.15)

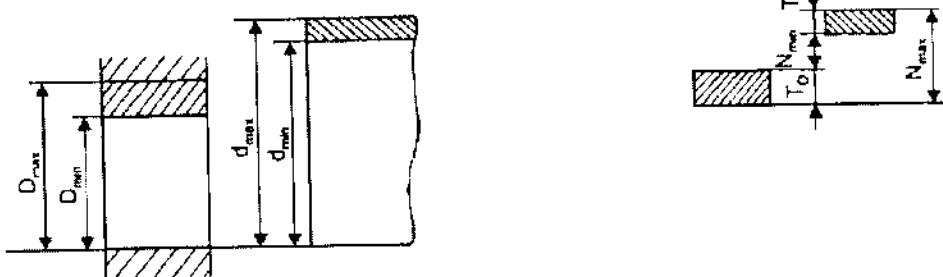
$$T_S = S_{\max} - S_{\min} = 0,09 - 0,03 = 0,06$$

$$\text{hoặc } T_S = T_D + T_d = 0,03 + 0,03 = 0,06 \text{mm}$$

1.2. Nhóm lắp chật

Trong nhóm lắp chật, kích thước bề mặt bao (lỗ) luôn luôn nhỏ hơn kích thước bề mặt bị bao (trục), đảm bảo lắp ghép luôn luôn có độ dôi, hình 2.8. Độ dôi của lắp ghép được ký hiệu là N và tính như sau:

$$N = d - D$$



Hình 2.8. Lắp ghép chật

Tương ứng với các kích thước giới hạn của trục (lớn nhất và nhỏ nhất) và lỗ (nhỏ nhất và lớn nhất) ta có độ dôi giới hạn lớn nhất và nhỏ nhất là:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI \quad (2.16)$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES \quad (2.17)$$

Độ dôi trung bình của lắp ghép

$$N_m = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2} \quad (2.18)$$

Dung sai độ dôi T_N

$$T_N = N_{\max} - N_{\min} = T_D + T_d \quad (2.19)$$

Dung sai độ dôi cũng bằng tổng dung sai kích thước lỗ và trục.

Ví dụ 2.6: Cho kiểu lắp chật, trong đó kích thước lỗ là $\phi 52_0^{+0.025}$, kích thước trục $\phi 52_{-0.034}^{+0.050}$, hãy tính:

- Độ dôi giới hạn và độ dôi trung bình của kiểu lắp.
- Dung sai kích thước lỗ, trục và dung sai độ dôi.

Giai: Với số liệu đã cho ta có:

$$\text{Lỗ } \phi 52 \begin{cases} ES = +0,025\text{mm} \\ EI = 0 \end{cases} \quad \text{Trục } \phi 52 \begin{cases} es = +0,050\text{mm} \\ ei = +0,034\text{mm} \end{cases}$$

- Tính độ dôi giới hạn theo (2.18) và (2.19):

$$N_{\max} = es - EI = 0,050 - 0 = 0,050\text{mm}$$

$$N_{\min} = ei - ES = 0,034 - 0,025 = 0,009\text{mm}$$

- Tính độ dôi trung bình theo (2.20)

$$N_m = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2} = \frac{0,050 + 0,009}{2} = 0,0295\text{mm}$$

- Tính dung sai kích thước chi tiết:

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

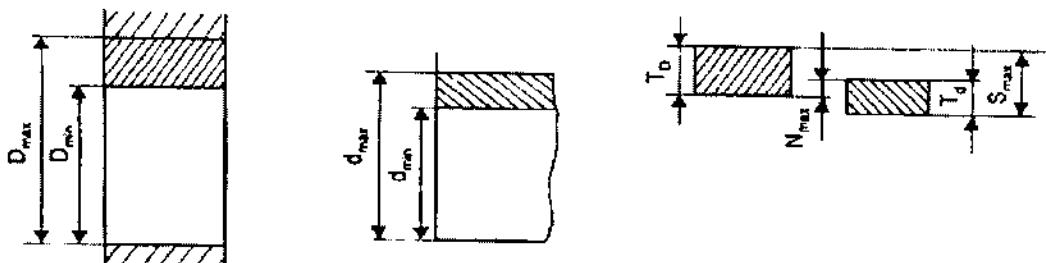
$$T_d = es - ei = 0,050 - 0,034 = 0,016\text{mm}$$

- Tính dung sai độ dôi theo (2.21)

$$T_N = T_D + T_d = 0,025 + 0,016 = 0,041\text{mm}$$

1.3. Nhóm lắp trung gian

Là nhóm lắp ghép có miền dung sai kích thước bề mặt bao (lỗ) bố trí xen lẫn miền dung sai kích thước bề mặt bị bao (trục), hình 2.9.



Hình 2.9. Lắp ghép trung gian

Trong nhóm lắp ghép này, kích thước bề mặt bao (lỗ) có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn kích thước bề mặt bị bao (trục) và lắp ghép nhận được có thể là độ hở hoặc độ dôi.

Trường hợp nhận được lắp ghép có độ hở thì độ hở lớn nhất là:

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

Trường hợp nhận được lắp ghép có độ dôi thì độ dôi lớn nhất là:

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

Trong nhóm lắp ghép trung gian thì độ hở và độ dôi nhỏ nhất ứng với trường hợp thực hiện lắp ghép mà kích thước lỗ bằng kích thước trực, có nghĩa là độ hở và độ dôi nhỏ nhất bằng không. Vì vậy dung sai của lắp ghép trung gian được tính như sau:

$$T_{S,N} = S_{\max} + N_{\max} \quad (2.20)$$

$$T_{S,N} = T_D + T_d$$

Trường hợp trị số độ hở giới hạn lớn nhất (S_{\max}) lớn hơn trị số độ dôi giới hạn lớn nhất (N_{\max}) thì ta tính độ hở trung bình:

$$S_m = \frac{S_{\max} - N_{\max}}{2} \quad (2.21)$$

Ngược lại nếu trị số độ dôi giới hạn lớn nhất lớn hơn trị số độ hở giới hạn lớn nhất ta tính độ dôi trung bình:

$$N_m = \frac{N_{\max} - S_{\max}}{2} \quad (2.22)$$

Ví dụ 2.7: Cho kiểu lắp trung gian, trong đó kích thước lỗ là $\phi 82^{+0,035}_0$, kích thước trực là: $\phi 82^{+0,045}_{+0,023}$, hãy tính:

- Tính kích thước giới hạn và dung sai kích thước lỗ và trực.
- Tính độ hở, độ dôi giới hạn và độ hở hoặc dôi trung bình.
- Tính dung sai của lắp ghép.

Giai: Theo số liệu đã cho ta có:

$$\begin{aligned} \text{Lỗ } \phi 82 & \left\{ \begin{array}{l} ES = +0,035 \\ EI = 0 \end{array} \right. & \text{Trục } \phi 82 & \left\{ \begin{array}{l} es = +0,045 \\ ei = +0,023 \end{array} \right. \end{aligned}$$

- Kích thước giới hạn và dung sai tính tương tự như các ví dụ 2.3 và 2.4:

$$D_{\max} = D_N + ES = 82 + 0,035 = 82,035 \text{ mm}$$

$$D_{\min} = D_N + EI = 82 + 0 = 82,000 \text{ mm}$$

$$T_D = ES - EI = +0,035 - 0 = 0,035 \text{ mm}$$

$$d_{\max} = d_N + es = 82 + 0,045 = 82,045 \text{ mm}$$

$$d_{\min} = d_N + ei = 82 + 0,023 = 82,023 \text{ mm}$$

$$T_d = es - ei = 0,045 - 0,023 = 0,022\text{mm}$$

- Độ hở và độ dôi giới hạn lớn nhất tính theo (2.11) và (2.16)

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 82,035 - 82,023 = 0,012\text{mm}$$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = 82,045 - 82,00 = 0,045\text{mm}$$

Trong ví dụ này: $N_{\max} = 0,045\text{mm} > S_{\max} = 0,012\text{mm}$, nên ta tính độ dôi trung bình theo (2.22)

$$N_m = \frac{N_{\max} - S_{\max}}{2} = \frac{0,045 - 0,012}{2} = 0,0165\text{mm}$$

- Dung sai của lắp ghép được tính theo (2.20)

$$T_{S,N} = N_{\max} + S_{\max} = 0,045 + 0,012 = 0,057\text{mm}$$

$$\text{hoặc } T_{S,N} = T_D + T_d = 0,035 + 0,022 = 0,057\text{mm}$$

2. Hệ thống lắp ghép

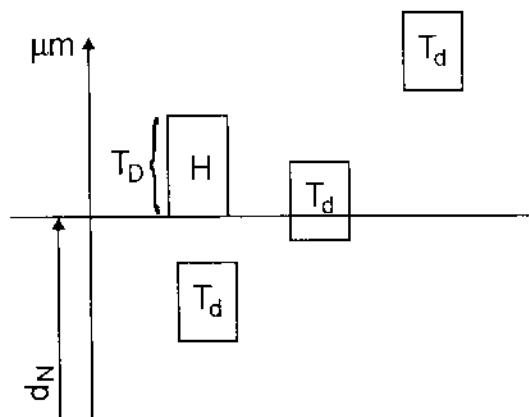
Để thực hiện tính đổi lẵn chức năng của các chi tiết máy cùng loại, ngoài việc quy định phạm vi dung sai cần thiết, còn phải tiêu chuẩn hóa các kiểu lắp ghép để thống nhất trong phạm vi toàn quốc. Đó là cơ sở để hạn chế số loại kích thước không cần thiết, giảm bớt được số loại dụng cụ cắt và kiểm tra, do đó hạ được giá thành chi tiết, tạo điều kiện thuận lợi cho việc chuyên môn hóa và hợp tác hoá. Tiêu chuẩn qui định hàng loạt các kiểu lắp ghép theo hai hệ thống: hệ thống lỗ cơ bản và hệ thống trục cơ bản.

2.1. Hệ thống lỗ cơ bản

Là hệ thống các kiểu lắp ghép mà vị trí miền dung sai lỗ là cố định, còn vị trí miền dung sai trục thay đổi để tạo ra các kiểu lắp có đặc tính khác nhau (lỏng, chật, trung gian), hình 2.10.

Sai lệch cơ bản của lỗ cơ bản được ký hiệu H và ứng với các sai lệch giới hạn sau:

$$H \left\{ \begin{array}{l} ES = +T_D \\ EI = 0 \end{array} \right.$$



Hình 2.10. Sơ đồ biểu diễn hệ thống lỗ cơ bản

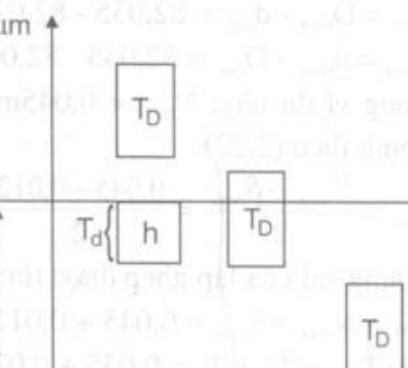
T_D : là trị số dung sai kích thước lỗ cơ bản, được xác định tùy thuộc vào cấp chính xác và kích thước danh nghĩa.

2.2. Hệ thống trục cơ bản

Là hệ thống các kiểu lắp mà vị trí của miền dung sai trục là cố định, còn vị trí miền dung sai lỗ thay đổi để tạo ra các kiểu lắp có đặc tính khác nhau, hình 2.11.

Sai lệch cơ bản của trục cơ bản được ký hiệu là h và ứng với các sai lệch giới hạn sau:

$$h \begin{cases} es = 0 \\ ei = -T_D \end{cases}$$

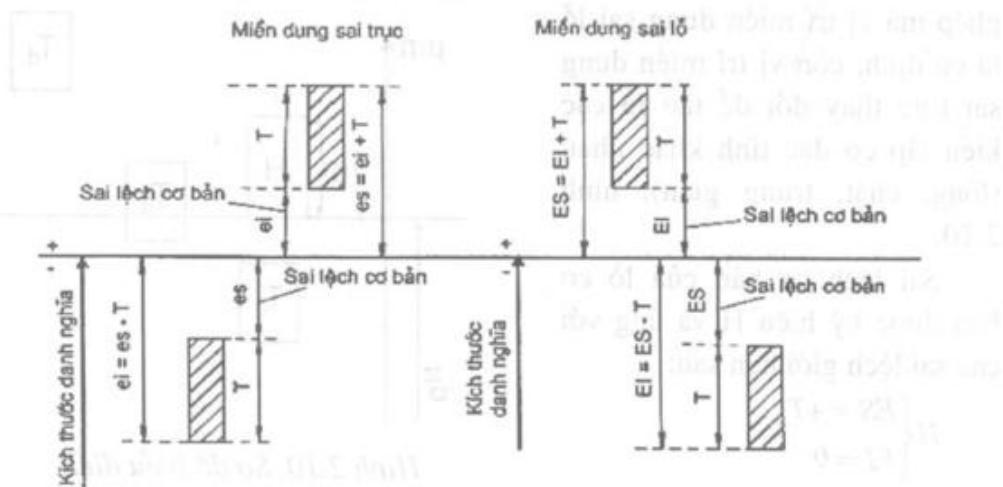


Hình 2.11. Sơ đồ biểu diễn hệ thống trục cơ bản

T_d : là trị số dung sai kích thước trục cơ bản, được xác định tùy thuộc vào cấp chính xác và kích thước danh nghĩa.

2.3. Sai lệch cơ bản (SLCB)

SLCB là sai lệch xác định vị trí của miền dung sai của trục hoặc lỗ so với kích thước danh nghĩa. Nếu miền dung sai nằm phía trên kích thước danh nghĩa thì SLCB là sai lệch dưới (ei hoặc EI), còn nếu nằm phía dưới kích thước danh nghĩa thì SLCB là sai lệch trên (es , ES), hình 2.12.



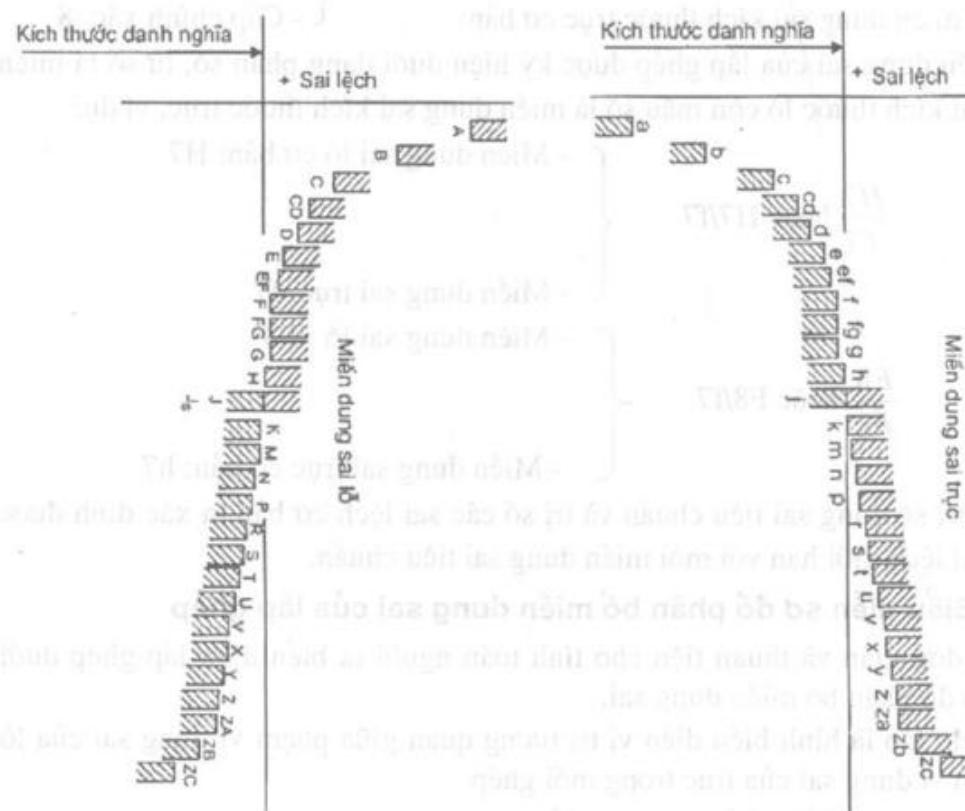
Hình 2.12. Sơ đồ biểu diễn sai lệch cơ bản

Trong mỗi hệ thống cơ bản thì kích thước trực hoặc lỗ cần thay đổi để tạo ra các kiểu lắp khác nhau. Trong TCVN quy định dãy các miền dung sai cho trực và lỗ khác nhau, tức là có SLCB khác nhau và tiêu chuẩn cũng đã quy định một dãy SLCB của trực ký hiệu bằng chữ thường a, b, c..., z, za, zb, zc và một dãy SLCB của lỗ ký hiệu bằng chữ in hoa: A, B, C... Z, ZA, ZB, ZC.

Dãy các SLCB đó được biểu thị trên hình 2.13. Trị số của các SLCB cho trong bảng 4 và bảng 5 - phụ lục.

Từ hình 2.13 nếu:

- Phối hợp miền dung sai lỗ có SLCB là H với miền dung sai bất kỳ nào của trực, ta được một kiểu lắp trong hệ thống lỗ cơ bản, chẳng hạn phối hợp miền dung sai có SLCB là H với miền dung sai trực có SLCB là f ta được kiểu lắp H/f.



Hình 2.13. Vị trí các miền dung sai ứng với các sai lệch cơ bản của trực và lỗ.

- Cũng tương tự, khi phối hợp miền dung sai trực với SLCB là h với bất kỳ miền dung sai nào của lỗ ta được kiểu lắp trong hệ trục cơ bản, chẳng hạn: E/h, F/h,...

3. Ký hiệu miền dung sai của kích thước và lắp ghép

Lắp ghép bao giờ cũng được tạo thành bởi sự phối hợp của 2 miền dung sai kích thước lỗ và trực. Cùng kích thước danh nghĩa thì độ lớn của miền dung sai phụ thuộc vào cấp chính xác yêu cầu, còn vị trí miền dung sai thì tuỳ thuộc vào đặc tính yêu cầu của lắp ghép và được biểu thị bằng trị số SLCB. Như vậy miền dung sai kích thước được ký hiệu như sau:

Ví dụ: H7: Miền dung sai kích thước lỗ cơ bản: $\left\{ \begin{array}{l} - \text{Sai lệch cơ bản: H} \\ - \text{Cấp chính xác: 7} \end{array} \right.$
e8: miền dung sai kích thước trực cơ bản: $\left\{ \begin{array}{l} - \text{Sai lệch cơ bản: e} \\ - \text{Cấp chính xác :8} \end{array} \right.$

Miền dung sai của lắp ghép được ký hiệu dưới dạng phân số, tử số là miền dung sai kích thước lỗ còn mẫu số là miền dung sai kích thước trực, ví dụ:

$$\frac{H7}{f7} \text{ hoặc } H7/f7 \quad \left\{ \begin{array}{l} - \text{Miền dung sai lỗ cơ bản: H7} \\ - \text{Miền dung sai trực: f7} \\ - \text{Miền dung sai lỗ : F8} \end{array} \right.$$

$$\frac{F8}{h7} \text{ hoặc } F8/h7 \quad \left\{ \begin{array}{l} - \text{Miền dung sai trực cơ bản: h7} \end{array} \right.$$

Từ trị số dung sai tiêu chuẩn và trị số các sai lệch cơ bản ta xác định được trị số sai lệch giới hạn với mỗi miền dung sai tiêu chuẩn.

4. Biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép

Để đơn giản và thuận tiện cho tính toán người ta biểu diễn lắp ghép dưới dạng sơ đồ phân bố miền dung sai.

Sơ đồ lắp là hình ảnh biểu diễn vị trí tương quan giữa phạm vi dung sai của lỗ và phạm vi dung sai của trực trong mỗi ghép.

Các quy ước biểu diễn trong sơ đồ:

Dùng hệ trục toạ độ vuông góc với trục tung biểu thị sai lệch của kích thước tính theo micromet (μm) ($1\mu\text{m} = 10^{-3}\text{mm}$), trục hoành biểu thị vị trí của kích thước danh nghĩa. Ứng với vị trí đó thì sai lệch kích thước bằng không,

nên trục hoành còn gọi là đường không. Sai lệch của kích thước được phân bố về hai phía so với kích thước danh nghĩa, sai lệch dương ở phía trên, sai lệch âm ở phía dưới.

Miền dung sai của lỗ và trục được biểu thị bằng hình chữ nhật.

Miền dung sai lỗ hay trục tuỳ theo hệ thống lắp ghép mà có thể có gạch mặt cắt để phân biệt với các miền dung sai còn lại.

*Một số điểm chú ý:

- Khi miền dung sai lỗ nằm hoàn toàn phía trên miền dung sai của trục. Mối ghép là mối ghép lỏng có khe hở.

- Khi miền dung sai lỗ nằm hoàn toàn phía dưới miền dung sai của trục. Mối ghép là mối ghép chặt có độ dôi.

- Khi miền dung sai lỗ và miền dung sai của trục cắt nhau. Mối ghép là mối ghép trung gian. Mối ghép có thể có khe hở hoặc độ dôi.

Ví dụ 2.7: Cho lắp ghép có kích thước danh nghĩa: $d_N = 40\text{mm}$, sai lệch giới hạn các kích thước

$$\begin{array}{l} \text{Lỗ} \left\{ \begin{array}{l} \text{ES} = +25 \mu\text{m} \\ \text{EI} = 0 \end{array} \right. \quad \text{Trục} \left\{ \begin{array}{l} \text{es} = -25 \mu\text{m} \\ \text{ei} = -50 \mu\text{m} \end{array} \right. \end{array}$$

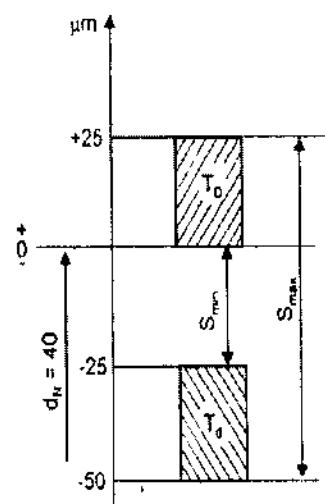
- Biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép.

- Xác định đặc tính của lắp ghép và tính trị số giới hạn của độ hở hoặc độ dôi trực tiếp trên sơ đồ.

Giải: Vẽ hệ trục tọa độ vuông góc: trục tung có số đo theo μm , trục hoành không có số đo mà chỉ biểu thị vị trí kích thước danh nghĩa, hình 2.14.

- Miền dung sai đối với kích thước lỗ: Dụng hình chữ nhật, cạnh trên có tung độ $+25\mu\text{m}$, ứng với sai lệch giới hạn trên (ES) và cạnh dưới có tung độ $0\mu\text{m}$ ứng với sai lệch giới hạn dưới (EI) của lỗ.

Như vậy số đo của cạnh đứng chính là trị số dung sai kích thước. Hai cạnh nằm ngang của hình chữ nhật ứng với hai vị trí của sai lệch giới hạn đồng thời cũng là vị trí của kích thước giới hạn.



Cũng tương tự để biểu thị miền dung sai kích thước trục ta lấy 2 điểm ứng với $-25\mu m$ và $-50\mu m$. Đó là vị trí của hai cạnh nằm ngang của hình chữ nhật, còn khoảng cách giữa chúng chính là cạnh đứng hình chữ nhật. Số đo của cạnh đứng chính là trị số dung sai kích thước trục.

- Dựa vào vị trí tương quan giữa hai miền dung sai, ta xác định đặc tính của lắp ghép. Ở đây miền dung sai kích thước lỗ T_D nằm ở phía trên miền dung sai kích thước trục T_d , nghĩa là kích thước lỗ luôn lớn hơn kích thước trục, do vậy lắp ghép luôn luôn có độ hở, đó là lắp lỏng.

Độ hở giới hạn của lắp ghép được xác định trực tiếp trên sơ đồ

$$\left. \begin{array}{l} S_{\max} = 75\mu m \\ S_{\min} = 25\mu m \end{array} \right\} \rightarrow T_s = 50\mu m$$

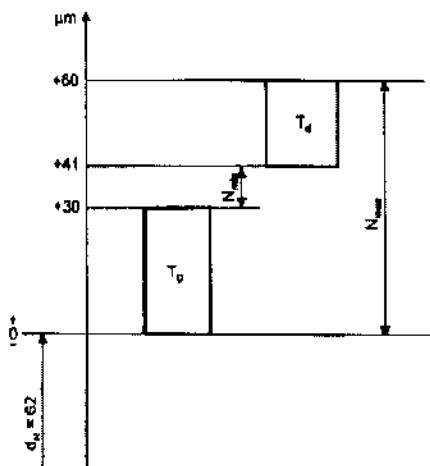
Ví dụ 2.8: Cho lắp ghép có kích thước danh nghĩa $d_N = 62mm$, sai lệch giới hạn các kích thước:

Lỗ $\left\{ \begin{array}{l} ES = +30\mu m \\ EI = 0 \end{array} \right.$		Trục $\left\{ \begin{array}{l} es = +60\mu m \\ ci = +41\mu m \end{array} \right.$
---	--	--

- Biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép.
- Xác định đặc tính lắp ghép và tính trị số giới hạn tương ứng?.

Giải: Cũng tương tự như ví dụ 2.7 ta vẽ được sơ đồ phân bố miền dung sai kích thước lỗ và trục như hình 2.15.

Nhìn sơ đồ ta thấy
miền dung sai kích
thước trục (T_d) nằm ở
phía trên miền dung sai
kích thước lỗ (T_D). Như
vậy kích thước trục luôn
luôn lớn hơn kích thước
lỗ do đó lắp ghép luôn
luôn có độ dôi. Đó là
lắp chật và độ dôi giới
hạn của lắp ghép là:



Hình 2.15

$$\left. \begin{array}{l} N_{\max} = 60 \mu m \\ N_{\min} = 60 \mu m \end{array} \right\} \rightarrow T_N = 49 \mu m$$

Ví dụ 2.9: Cho lắp ghép có kích thước danh nghĩa $d_N = 36mm$, sai lệch giới hạn của các kích thước:

$$\begin{aligned} Lỗ & \left\{ \begin{array}{l} ES = +25 \mu m \\ EI = 0 \end{array} \right. & \text{Trục} & \left\{ \begin{array}{l} es = +18 \mu m \\ ei = +2 \mu m \end{array} \right. \end{aligned}$$

- Biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép.

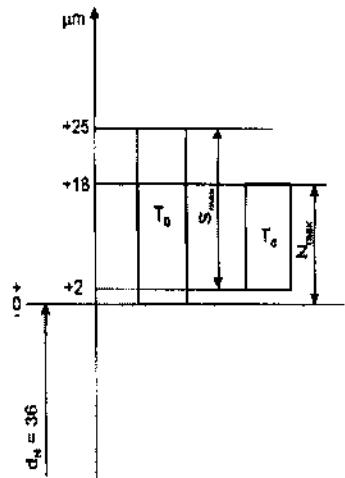
- Xác định đặc tính của lắp ghép và tính trị số giới hạn tương ứng.

Giải: - Tiến hành tương tự ví dụ 2.7, ta vẽ được sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép như hình 2.16.

- Từ sơ đồ ta thấy miền dung sai của lỗ (T_D) nằm xen lấn với miền dung sai của trục (T_d).

Như vậy kích thước lỗ có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn kích thước trục, do đó lắp ghép tạo thành có thể có độ hở hoặc độ dôi. Đó là đặc tính của lắp ghép trung gian. Độ hở giới hạn lớn nhất và độ dôi giới hạn lớn nhất của lắp ghép là:

$$\rightarrow \left. \begin{array}{l} S_{\max} = 23 \mu m \\ S_{\min} = 18 \mu m \end{array} \right\} T_{S,N} = S_{\max} + N_{\max} = 41 \mu m$$



Hình 2.16

III. HỆ THỐNG DUNG SAI LẮP GHÉP BỀ MẶT TRƠN

Mỗi ghép bề mặt trơn chiếm một số lượng lớn trong hầu hết các máy. Để thống nhất việc quy định dung sai cho kích thước lắp ghép trong phạm vi toàn quốc và quốc tế thì phải đưa nó thành tiêu chuẩn và muốn đi đến tiêu chuẩn hóa thì dung sai kích thước phải được quy định theo một quy luật nhất định nào đó. Theo quy luật ấy thì dung sai lắp ghép không những chỉ thoả mãn yêu cầu của đặc tính của lắp ghép mà còn phải phù hợp với quy luật biến đổi của kích thước trong quá trình gia công tạo thành nó. Có nghĩa là phải phù hợp với quy luật của sai số và kích thước.

1. Hệ thống dung sai lắp ghép theo TCVN

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 qui định trị số dung sai cho các kích thước và đưa thành bảng tiêu chuẩn thì ta phải thiết lập quan hệ giữa dung sai và kích thước. Trên cơ sở nghiên cứu thống kê thực nghiệm gia công cơ khí, người ta đã xác lập được quan hệ giữa sai số gia công và kích thước, nó cũng được coi là quan hệ giữa dung sai (T) và kích thước (d), trước hết cần quy định ba vấn đề sau:

1.1. Công thức tính trị số dung sai

Dung sai được tính theo công thức: $T = a.i$ (2.23)

i - là đơn vị dung sai, được xác định bằng thực nghiệm và phụ thuộc vào phạm vi kích thước.

Đối với kích thước từ 1- 500mm thì $i = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001D$ (2.24)

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.

1.2. Cấp chính xác (cấp dung sai tiêu chuẩn)

Mức độ chính xác đạt được của kích thước chi tiết hoàn toàn quyết định bởi phương pháp gia công kích thước đó. Dựa vào thực tế của quá trình chế tạo chi tiết, tiêu chuẩn qui định 20 cấp chính xác khác nhau ký hiệu là: IT01, IT0, IT1... IT18.

Các cấp chính xác từ IT1 - IT18 được sử dụng phổ biến hiện nay.

Cấp IT1 - IT14 sử dụng đối với các kích thước yêu cầu độ chính xác rất cao như các kích thước mẫu chuẩn, kích thước chính xác cao của các chi tiết trong dụng cụ đo.

Cấp IT5, IT6 sử dụng trong lĩnh vực cơ khí chính xác. Cấp IT7, IT8 sử dụng trong lĩnh vực cơ khí thông dụng.

Cấp IT9 - IT11 thường được sử dụng trong lĩnh vực cơ khí lớn (chi tiết có kích thước lớn).

Cấp IT12 - IT16 thường sử dụng đối với những kích thước chi tiết yêu cầu gia công thô.

Trị số dung sai ứng với từng cấp chính xác được tính theo công thức (2.23), và chỉ dẫn cụ thể trong bảng 2.1 đối với kích thước từ 1- 500mm. Ví dụ: Ở cấp

IT7 thì công thức tính là: $T = 16i$, trị số a tương ứng với IT7 là 16 còn ở cấp IT8 thì: $T = 25i$, trị số a tương ứng là 25. Như vậy trị số a càng nhỏ thì cấp chính xác càng cao và ngược lại. Người ta có thể dùng trị số a để so sánh mức độ chính xác của hai kích thước bất kỳ.

1.3. Khoảng kích thước danh nghĩa

Trong cùng một cấp chính xác thì trị số dung sai chỉ phụ thuộc vào i tức là phụ thuộc vào kích thước, công thức (2.24). Nếu quy định dung sai cho tất cả các kích thước thì trị số giá trị dung sai sẽ rất lớn, bảng giá trị dung sai tiêu chuẩn sẽ phức tạp, sử dụng không tiện lợi. Một khác theo quan hệ (2.24) 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 hai kích thước biên của khoảng). Đối với kích thước từ 1- 500mm người ta có thể phân thành 13 đến 25 khoảng, bảng 2.3. Do vậy trong công thức (2.23) thì đơn vị dung sai i được tính đổi 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.

1.4. Lắp ghép tiêu chuẩn

Tiêu chuẩn TCVN 2244 - 99 đã qui định một dãy kiểu lắp trong hệ thống lỗ cơ bản bảng 4 phụ lục và một dãy kiểu lắp trong hệ thống trực cơ bản, bảng 5 phụ lục. Hệ thống các kiểu lắp tiêu chuẩn này đủ đáp ứng cho yêu cầu thực tế sản xuất.

Các kiểu lắp tiêu chuẩn được phân thành 3 nhóm sau:

- Nhóm lắp lỏng gồm các kiểu lắp:

+ Trong hệ lỗ cơ bản: $\frac{H}{a}, \frac{H}{b}, \dots, \frac{H}{h}$

+ Trong hệ trực cơ bản: $\frac{A}{h}, \frac{B}{h}, \dots, \frac{H}{h}$

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

- Nhóm lắp trung gian:

+ Trong hệ lỗ cơ bản: $\frac{H}{J_s}, \frac{H}{k}, \frac{H}{m}, \frac{H}{n}$

+ Trong hệ trục cơ bản: $\frac{J_s}{h}, \frac{K}{h}, \frac{M}{h}, \frac{N}{h}$

Độ dôi tăng dần từ $\frac{H}{J_s}$ đến $\frac{H}{n}$

- Nhóm lắp chật:

+ Trong hệ lõi cơ bản: $\frac{H}{p}, \frac{H}{r}, \dots, \frac{H}{zc}$

+ Trong hệ trục cơ bản: $\frac{P}{h}, \frac{R}{h}, \dots, \frac{ZC}{h}$

Độ dôi tăng dần từ $\frac{H}{p}$ đến $\frac{H}{zc}$

Sai lệch giới hạn của kích thước ứng với các miền dung sai tiêu chuẩn đã được tính (xem ví dụ 2.2, 2.3) và đưa thành bảng tiêu chuẩn, TCVN 2245-99. Vì vậy khi cần biết trị số sai lệch giới hạn kích thước ứng với miền dung sai bất kỳ nào ta tra trong các bảng 8 và bảng 9 - phụ lục.

Bảng 2.1. Công thức tính trị số dung sai tiêu chuẩn ($IT = a.i$) và trị số đơn vị dung sai, i .

Kích thước danh nghĩa (mm)		Cấp dung sai tiêu chuẩn											
Trên	Dến và bao gồm	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
500	500	7i	10i	16i	25i	40i	64i	100i	160i	250i	400i	640i	1000i
Khoảng kích thước danh nghĩa, mm		Trên đến 3	Tr 3 đến 6	Tr 6 đến 10	Tr 10 đến 18	Tr 18 đến 30	Tr 30 đến 50	Tr 50 đến 80	Tr 80 đến 120	Tr 120 đến 180	Tr 180 đến 250	Tr 250 đến 315	Tr 315 đến 400
$ =0,45\sqrt{D} + 0,001D $		0,55	0,73	0,90	1,08	1,31	1,5	1,86	2,17	2,52	2,89	3,22	3,54

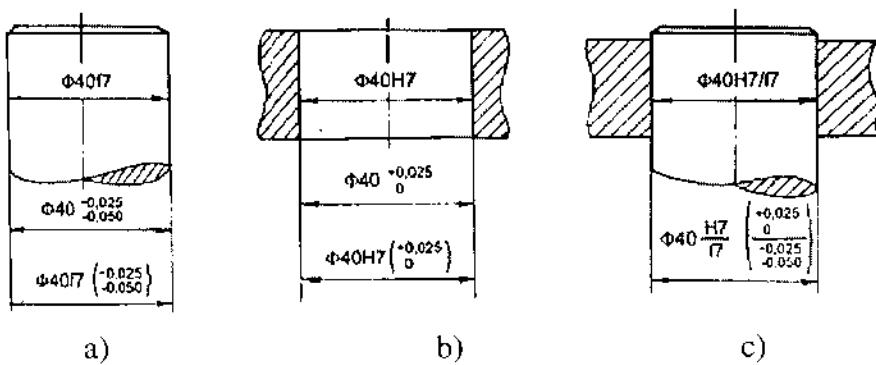
Bảng 2.2. Trị số dung sai tiêu chuẩn

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

*Bảng 2.3. Khoảng kích thước danh nghĩa
(Trị số tính bằng milimet)*

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

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



Hình 2.17. Ký hiệu sai lệch trên bản vẽ

Trên bản vẽ chi tiết các sai lệch giới hạn được ghi ký hiệu bằng chữ hoặc bằng số theo mm, bên cạnh kích thước danh nghĩa, hình 2.17.

Trên hình 2.17a ta ký hiệu trên bản vẽ chi tiết trực:

+ Ký hiệu bằng chữ:

$\phi 40f7$ { - Đường kính danh nghĩa của trục là 40mm
- Sai lệch giới hạn kích thước ứng với miền f7

+ Ký hiệu bằng số:

$\phi 40^{-0.025}_{-0.050}$ { - Đường kính danh nghĩa của trục là 40mm
- Sai lệch giới hạn trên của trục es = - 0,025
- Sai lệch giới hạn dưới của trục ei = - 0,050

+ Cũng có thể ghi ký hiệu phối hợp, nhưng ký hiệu bằng số được đặt trong ngoặc, thí dụ ở hình 2.17a

$\phi 40f7(-0.025)_{-0.050}$

Trên hình 2.17b biểu thị cách ghi ký hiệu trên bản vẽ chi tiết lỗ. Tương tự như đối với chi tiết trục

$\phi 40H7$ { - Đường kính danh nghĩa của lỗ là 40mm
- Sai lệch giới hạn kích thước ứng với miền H7

$\phi 40^{+0.025}_0$ { - Đường kính danh nghĩa của lỗ là 40mm
- Sai lệch giới hạn trên ES = + 0,025
- Sai lệch giới hạn dưới EI = 0

+ Ghi ký hiệu phối hợp $\phi 40H7(^{+0,025})$

Trường hợp ghi ký hiệu bằng số, nếu trị số sai lệch giới hạn bằng nhau mà ngược dấu thì cho phép ghi dấu “±” trước giá trị sai lệch, ví dụ: $\phi 32^{+0,0125}$

- Ghi ký hiệu lắp ghép

Trên bản vẽ, ký hiệu lắp ghép được ghi dưới dạng phân số sau kích thước danh nghĩa, ví dụ: trên hình 2.17c ta ghi là:

$\phi 40 \frac{H7}{f7}$ { - Đường kính danh nghĩa của lắp ghép là 40mm
- Sai lệch giới hạn kích thước lỗ ứng với miền H7
- Sai lệch giới hạn kích thước trục ứng với miền f7
- Lắp ghép trong hệ lỗ cơ bản, kiểu lắp lồng H7/f7

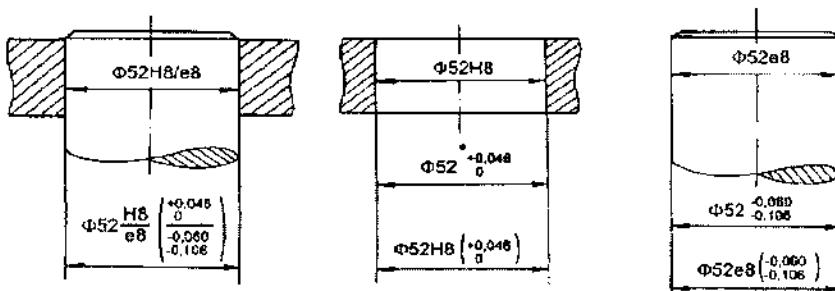
Ví dụ 2.10: Cho lắp ghép trụ tròn có kích thước danh nghĩa là 52mm, miền dung sai kích thước lỗ là H8, miền dung sai kích thước trục là e8. Hãy ghi ký hiệu sai lệch, lắp ghép bằng chữ hoặc bằng số trên bản vẽ chi tiết và bản vẽ lắp ghép.

Giai: Trước hết ta vẽ mỗi ghép trụ tròn và vẽ riêng từng chi tiết tham gia lắp ghép như hình 2.18.

- Với số liệu đã cho: Kích thước danh nghĩa, miền dung sai kích thước lỗ và trục, ta dễ dàng ghi được ký hiệu bằng chữ như trên hình 2.18.

Để ghi ký hiệu bằng số ta cần phải xác định trị số các sai lệch giới hạn kích thước lỗ và trục. Dựa vào kích thước danh nghĩa và miền dung sai, tra bảng 6 phụ lục ta được trị số sai lệch giới hạn kích thước lỗ và tra bảng 7 phụ lục ta được trị số sai lệch giới hạn kích thước trục:

$$\text{Lỗ } \phi 52H8 \begin{cases} ES = +0,046\text{mm} \\ EI = 0 \end{cases} \quad \text{Trục } \phi 52e8 \begin{cases} es = -0,060\text{mm} \\ ei = -0,106\text{mm} \end{cases}$$



Hình 2.18. Ghi ký hiệu lắp ghép trên bản vẽ

Biết trị số sai lệch giới hạn, ta tiến hành ghi ký hiệu bằng số hoặc ghi phối hợp như trên hình 2.18

Ví dụ 2.11: Cho lấp ghép trụ tròn có kích thước danh nghĩa là 68mm. Miền dung sai kích thước lỗ là H7, kích thước trục là n6.

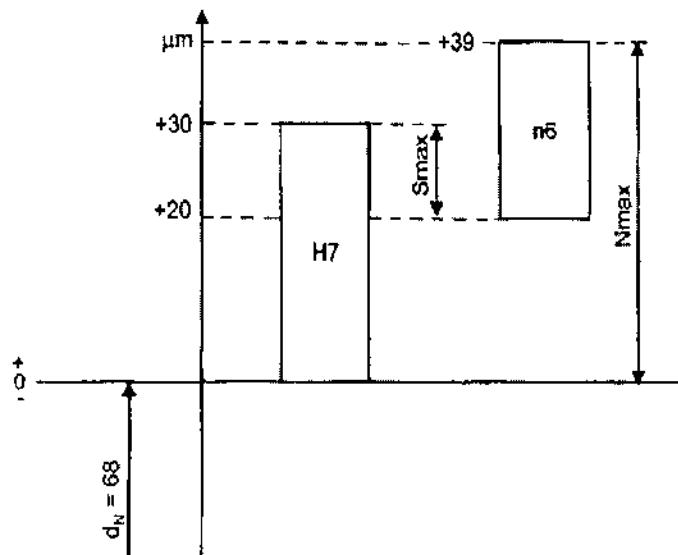
- Lập sơ đồ phân bố miền dung sai của lấp ghép.
- Lắp ghép đã cho thuộc nhóm lấp ghép nào.
- Xác định độ hở, độ dôi giới hạn của lấp ghép.

Giai: Để lập sơ đồ phân bố miền dung sai của lấp ghép ta phải xác định trị số các sai lệch giới hạn kích thước.

Tương tự như ví dụ 2.10, sai lệch giới hạn kích thước lỗ và trục tra theo bảng 8 và 9 phụ lục.

$$\begin{aligned} \text{Lỗ } \phi 68H7 & \left\{ \begin{array}{l} ES = +0,030\text{mm} \\ EI = 0 \end{array} \right. \\ \text{Lắp ghép } \phi 68 \frac{H7}{n6} \text{ Trục } \phi 68n6 & \left\{ \begin{array}{l} es = 0,039\text{mm} \\ ei = 0,020\text{mm} \end{array} \right. \end{aligned}$$

Sơ đồ phân bố miền dung sai của lấp ghép biểu thị như hình 2.19. Nhìn sơ đồ ta nhận thấy vị trí miền dung sai lỗ và trục nằm xen lấn nhau (phản từ +20μm đến 30μm). Do vậy lấp ghép $\phi 68 \frac{H7}{n6}$ thuộc nhóm lắp ghép trung gian.



Hình 2.19

Độ dôi và độ hở giới hạn của lắp ghép là:

$$N_{max} = cs - EI = +0,039 - 0 = 0,039 \text{ mm} = 39 \mu\text{m}$$

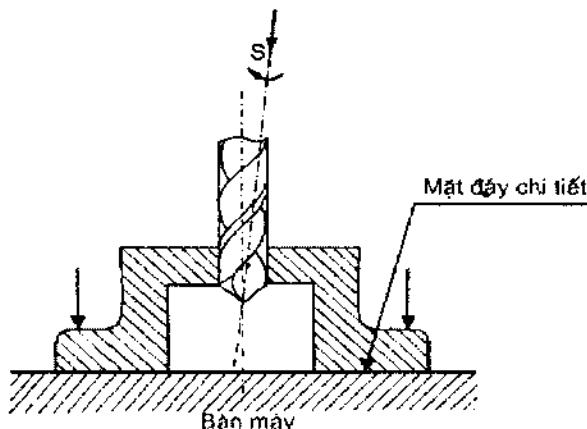
$$E_{max} = ES - ei = 0,030 - 0,020 = 0,010 \text{ mm} = 10 \mu\text{m}$$

IV. DUNG SAI HÌNH DẠNG VÀ VỊ TRÍ

Trong quá trình gia công, không chỉ kích thước mà hình dạng và vị trí bề mặt cũng bị sai lệch đi. Có nhiều nguyên nhân gây ra:

- Độ chính xác của máy, đồ gá và độ mòn của chúng; ví dụ trục chính của máy tiện mòn, đảo làm chi tiết tiện bị méo; sống trượt mòn làm cho chi tiết tiện bị côn...
- Độ cứng vững của hệ thống công nghệ: Máy, dao, đồ gá, chi tiết gia công,...
- Biến dạng do quá trình kẹp chặt.

Chẳng hạn khi tiện chi tiết trực 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 đòn hồi do kẹp chặt chi tiết lỗ làm cho lỗ sau khi gia công xong bị méo; 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 không vuông góc với mặt bàn máy thì lỗ sau khi khoan sẽ nghiêng so với mặt đáy chi tiết (mặt chuẩn) hình 2.20.



Hình 2.20. Hướng mũi khoan nghiêng mặt bàn máy

Dưới đây ta khảo sát các dạng sai lệch hình dạng và vị trí bề mặt.

1. Sai lệch hình dạng

1.1. Sai lệch hình dạng bề mặt trụ

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

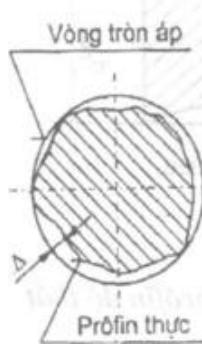
- Sai lệch prôfin theo phương ngang (mặt cắt ngang) bao gồm các dạng:

+ Sai lệch độ tròn: Là khoảng cách lớn nhất A từ các điểm của prôfin thực đến vòng tròn áp, hình 2.21.

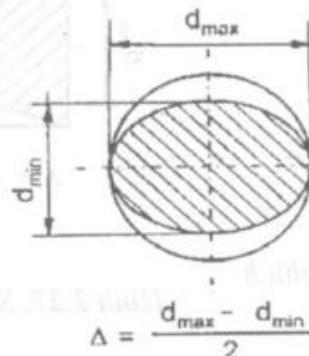
Khi phân tích sai lệch hình dạng theo phương ngang người ta còn xét các dạng thành phần của sai lệch độ tròn là độ ô van và độ phân cạnh.

+ Độ ô van: Là sai lệch độ tròn mà prôfin thực là hình ô van, hình 2.22

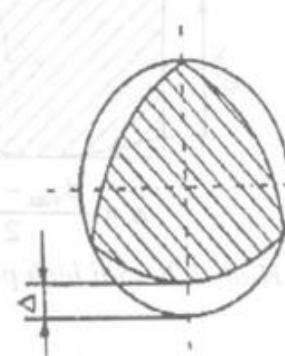
+ Độ phân cạnh: Là sai lệch độ tròn mà prôfin thực là hình nhiều cạnh hình 2.23.



Hình 2.21. Sai lệch
độ tròn



Hình 2.22. Sai lệch
độ ô van



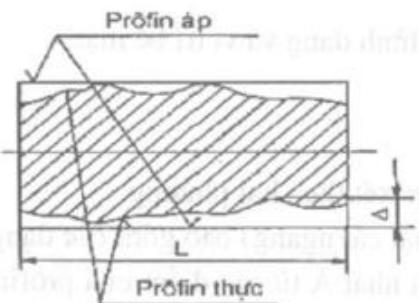
Hình 2.23. Sai lệch
độ phân cạnh

- 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 2.24.

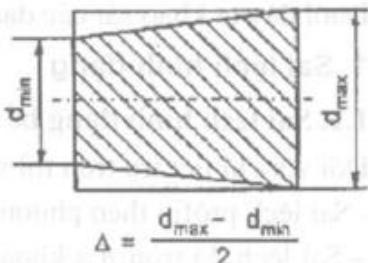
Tương tự sai lệch hình dạng theo phương ngang, khi phân tích các sai lệch hình dạng theo phương dọc người ta cũng xét các dạng thành phần của sai lệch prôfin mặt cắt dọc.

+ Độ côn: Là sai lệch prôfin mặt cắt dọc mà các đường sinh là những đường thẳng, nhưng không song song với nhau, hình 2.25.

+ 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 2.26.

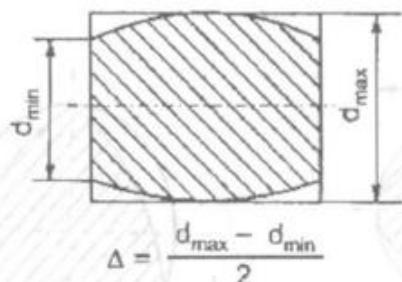


Hình 2.24. Sai lệch pröfin theo mặt cắt dọc

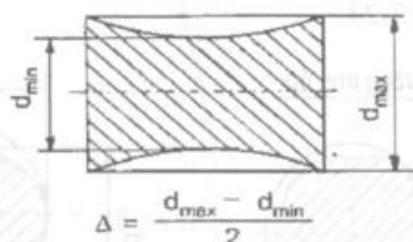


Hình 2.25. Sai lệch pröfin độ côn

+ Độ thắt: Là sai lệch pröfin mặt cắt dọc, mà các đường sinh không thẳng và đường kính giảm từ mép biên đến giữa mặt cắt, hình 2.27.



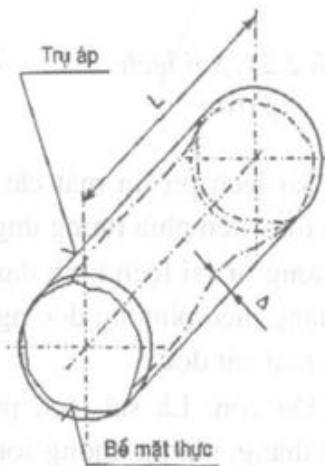
Hình 2.26. Sai lệch pröfin độ phình



Hình 2.27. Sai lệch pröfin 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: Là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của bề mặt thực tới mặt trụ áp, trong giới hạn của phần chuẩn, hình 2.28.



Hình 2.28. Sai lệch độ trụ

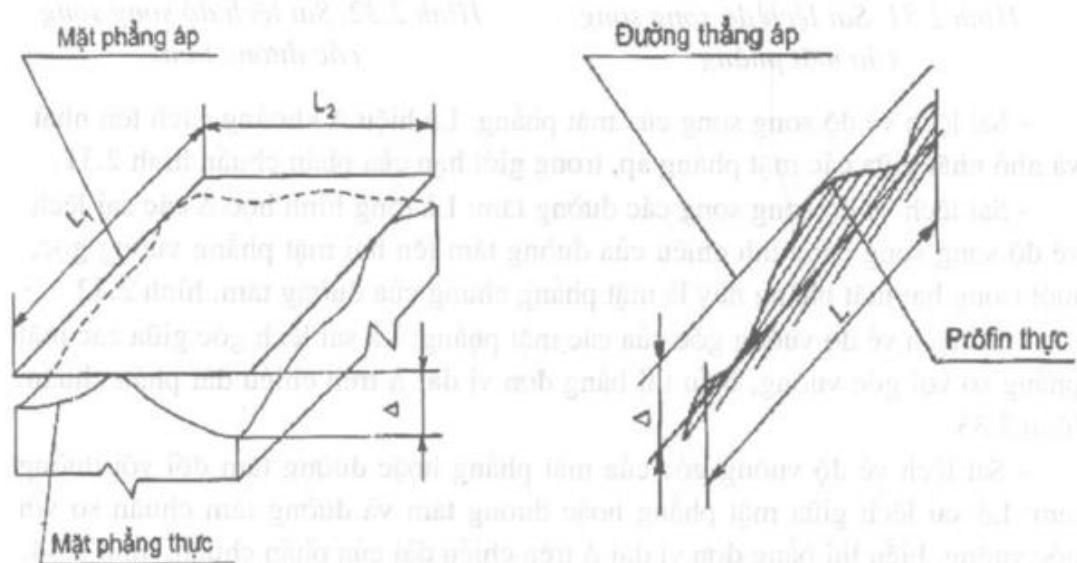
1.2. Sai lệch hình dạng phẳng

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

- Sai lệch độ phẳng: Là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của bề mặt thực tới mặt phẳng áp, trong giới hạn của phần chuẩn (L), hình 2.29.

- Sai lệch độ thẳng: Là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của profil thực đến đường thẳng áp, trong giới hạn của phần chuẩn (L), hình 2.30.

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.

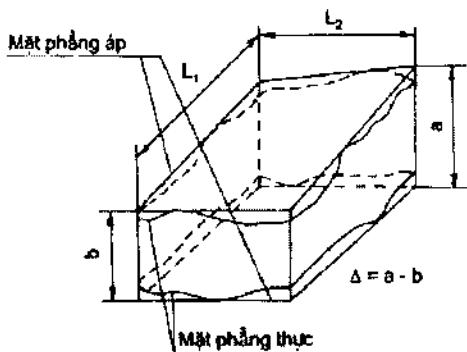


Hình 2.29. Sai lệch độ phẳng

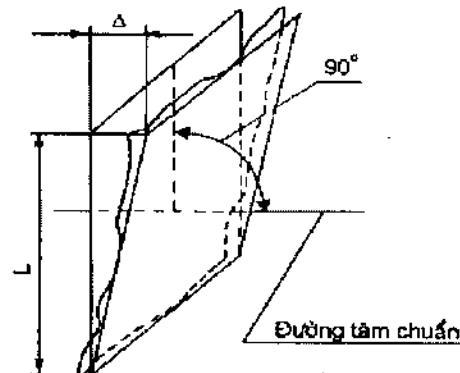
Hình 2.30. Sai lệch độ thẳng

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 capse phải vuông góc với thân thước capse 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:



Hình 2.31. Sai lệch độ song song của mặt phẳng



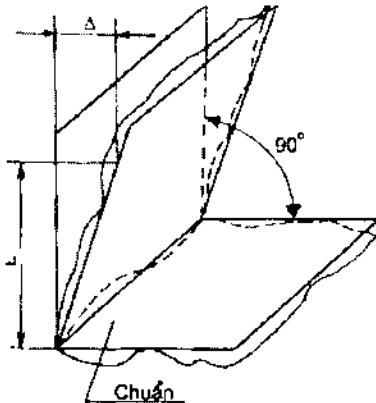
Hình 2.32. Sai lệch độ song song các đường tâm

- Sai lệch về độ song song của mặt phẳng: Là hiệu Δ khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất giữa các mặt phẳng áp, trong giới hạn của phần chuẩn hình 2.31.

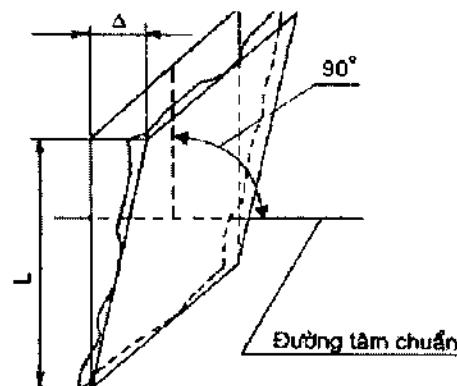
- Sai lệch về độ song song các đường tâm: Là tổng hình học Δ các sai lệch về độ song song các hình chiếu của đường tâm lên hai mặt phẳng vuông góc, một trong hai mặt phẳng này là mặt phẳng chung của đường tâm, hình 2.32.

- Sai lệch về độ vuông góc của các mặt phẳng: 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 2.33.

- Sai lệch về độ vuông góc của mặt phẳng hoặc đường tâm đối với đường tâm: Là sai lệch 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 2.34.



Hình 2.33. Sai lệch độ vuông góc các mặt phẳng



Hình 2.34. Sai lệch đường tâm

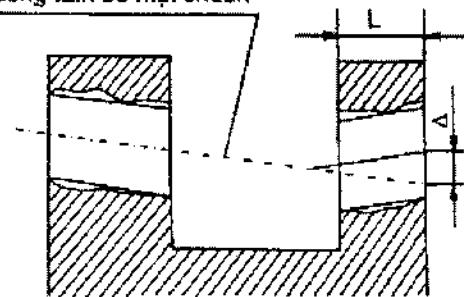
- Sai lệch về độ đồng tâm đối với đường tâm bề mặt chuẩn: Là khoảng cách lớn nhất Δ giữa đường tâm của bề mặt quay được khảo sát và đường tâm của bề mặt chuẩn, trên chiều dài phần chuẩn, hình 2.35.

- Sai lệch về độ đối xứng đối với phân tử chuẩn: Là khoảng cách lớn nhất Δ giữa mặt phẳng đối xứng của phân tử được khảo sát và mặt phẳng đối xứng của phân tử chuẩn, trong giới hạn của phân chuẩn, hình 2.36.

- Sai lệch về độ giao nhau của các đường tâm: Là khoảng cách nhỏ nhất Δ giữa các đường tâm giao nhau danh nghĩa, hình 2.37.

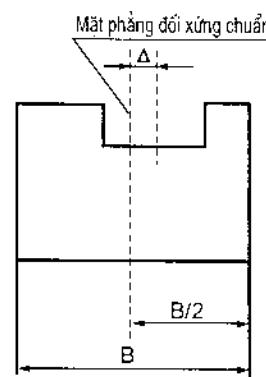
- Độ đảo hướng kính: Là hiệu khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất Δ , từ các điểm trên prôfin thực tế của bề mặt quay đến đường tâm chuẩn, trong mặt cắt vuông góc với đường tâm chuẩn, hình 2.38.

Đường tâm bề mặt chuẩn

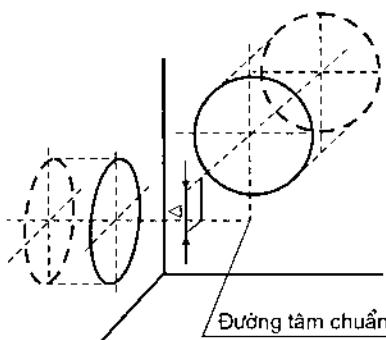


Hình 2.35. Sai lệch về độ đồng tâm

Mặt phẳng đối xứng chuẩn

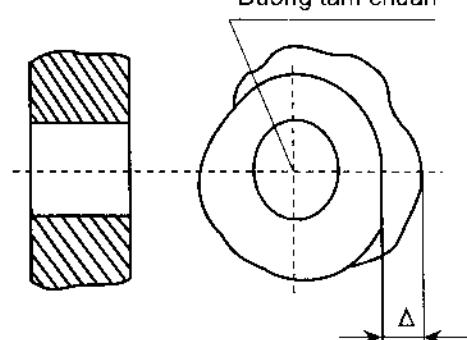


Hình 2.36. Sai lệch về độ đối xứng



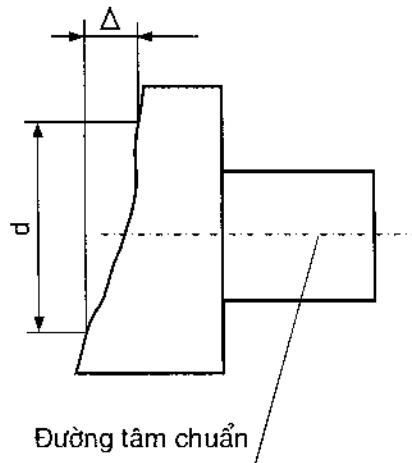
Hình 2.37. Sai lệch về độ giao nhau
giữa các đường tâm

Đường tâm chuẩn



Hình 2.38. 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 2.39.



Hình 2.39

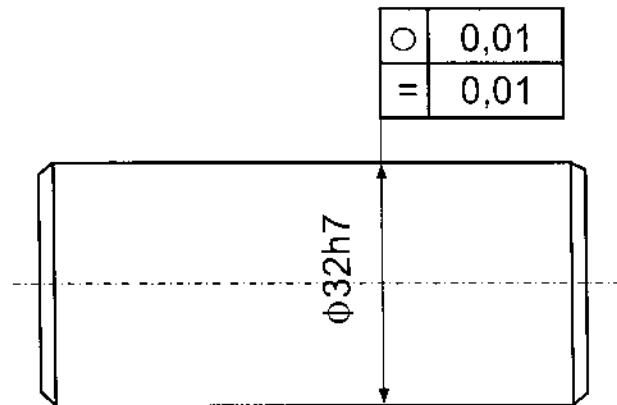
3. Ký hiệu sai lệch, dung sai hình dạng và vị trí bề mặt trên bản vẽ

Trên bản vẽ người ta dùng các dấu hiệu để chỉ các dạng sai lệch và kèm theo các dấu hiệu đó là trị số dung sai của chúng như chỉ dẫn trong bảng 2.4 và bảng 2.5.

Bảng 2.4

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 prôfin 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 vị trí bề mặt	Sai lệch về độ giao trực	
	Sai lệch về độ đối xứng	
	Sai lệch về vị trí	
	Sai lệch về độ đảo (đảo hướng kính, đảo mặt mút)	



Hình 2.40

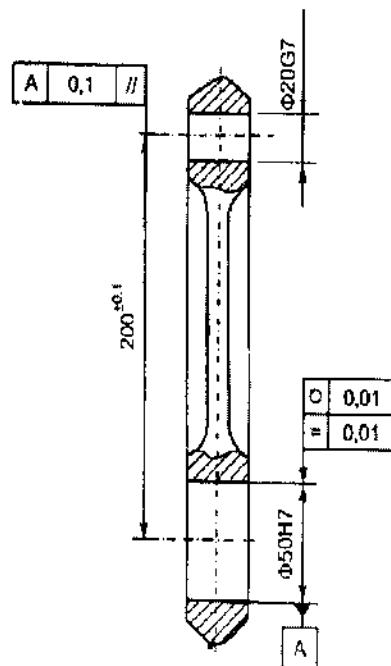
Ví dụ 2.12. Cho chi tiết trục có kích thước là $\phi 32h7$, dung sai độ tròn là 0,01mm, dung sai của sai lệch prôfin mặt cắt dọc là 0,01mm. Hãy ghi ký hiệu sai lệch và dung sai trên bản vẽ.

Giải: Vẽ chi tiết trục như hình 2.40. Trước hết ghi ký hiệu sai lệch và dung sai kích thước. Kéo dài đường ghi kích thước rồi vẽ 1 hình chữ nhật gồm 2 ô: một ô ghi ký hiệu dạng sai lệch, ô còn lại ghi trị số dung sai.

Ví dụ trên hình 2.40 dấu hiệu “0”, “=” chỉ sai lệch độ tròn và sai lệch prôfin mặt cắt dọc của bề mặt $\phi 32h7$. Trị số dung sai của chúng là 0,01mm.

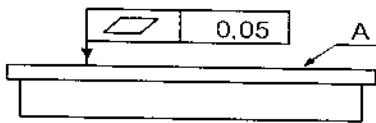
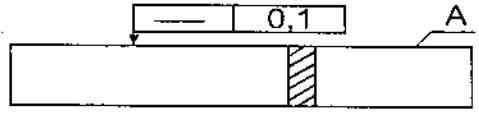
Ví dụ 2.13. Cho chi tiết lỗ như hình 2.41. Kích thước của hai lỗ là $\phi 20G7$ và $\phi 50H7$, lỗ $\phi 50H7$ được chọn làm chuẩn và ký hiệu là A. Sai lệch độ tròn và prôfin mặt cắt dọc của lỗ A không được vượt quá 0,01mm. Sai lệch độ song song đường tâm lỗ $\phi 20G7$ so với đường tâm lỗ $\phi 50H7$ không vượt quá 0,1mm. Hãy ghi ký hiệu sai lệch và dung sai trên bản vẽ.

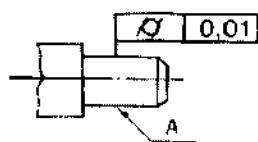
Giải: Vẽ chi tiết lỗ như hình 2.41. Trước hết phải ghi ký hiệu sai lệch và dung sai kích thước



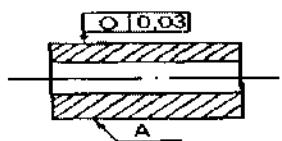
Hình 2.41

Bảng 2.5. Một số ví dụ ký hiệu dung sai hình dạng và vị trí bề mặt trên bản vẽ

Ký 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 0,1mm trên toàn bộ chiều dài bề mặt



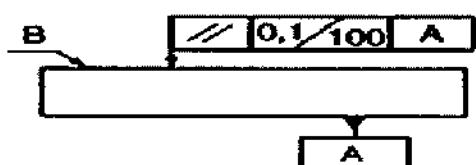
Dung sai độ trụ của bề mặt A là 0,01mm



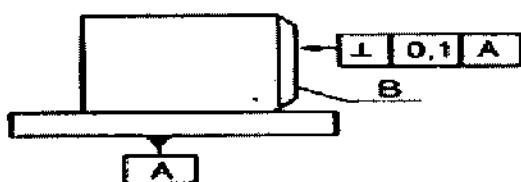
Dung sai độ tròn của bề mặt A là 0,03 mm



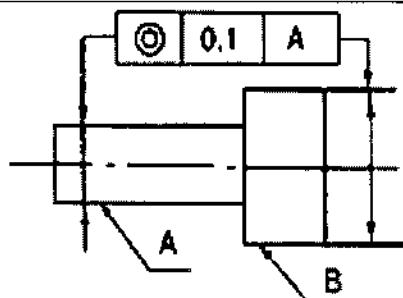
Dung sai độ pröfin của mặt cắt dọc của bề A là 0,01mm



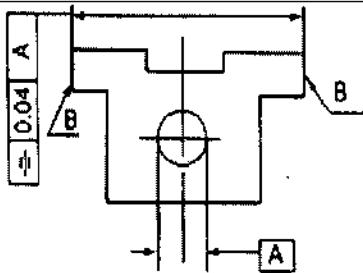
Dung sai độ song song của bề mặt B so với bề mặt A là 0,1mm trên chiều dài 100mm



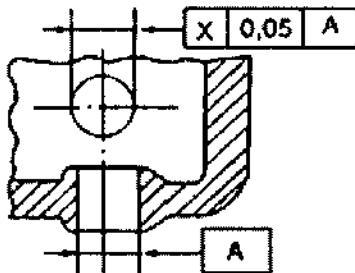
Dung sai độ vuông góc của mặt B so với mặt A là 0,1mm



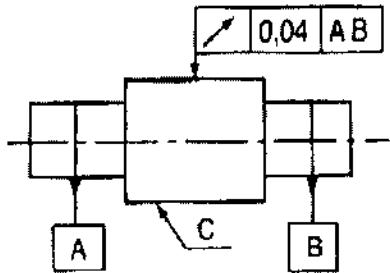
Dung sai độ đồng trục của các bề mặt A và B là 0,1mm



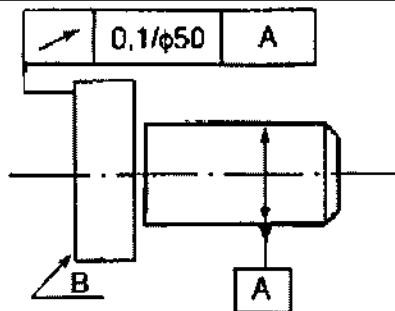
Dung sai độ đối xứng của mặt B so với đường tâm lỗ A là 0,04mm



Dung sai độ giao nhau của hai đường tâm lỗ là 0,05mm



Dung sai độ đảo hướng kính của bề mặt C so với đường tâm chung của hai mặt A, B là 0,04mm



Dung sai độ đảo mặt mút B so với đường tâm của mặt A là 0,1mm theo đường kính 50mm.

4. Thực hành đo sai số hình dáng và vị trí bề mặt chi tiết

4.1. Kiểm tra độ song song giữa các mặt phẳng

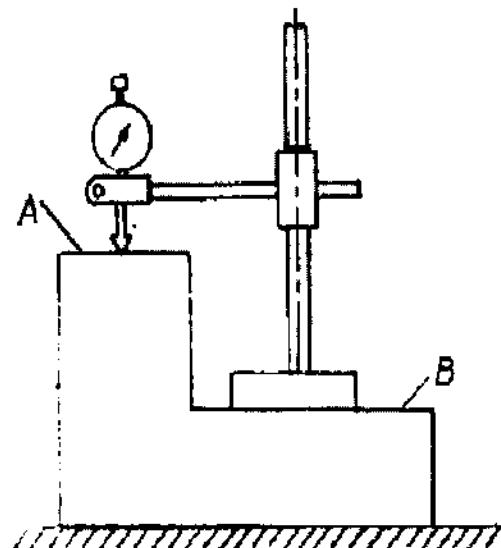
Khi kiểm tra độ song song của mặt phẳng này so với mặt phẳng khác của một chi tiết, chúng ta lấy một trong hai mặt đó làm chuẩn, dựa vào mặt chuẩn đó để kiểm tra mặt phẳng kia.

Nguyên tắc kiểm tra là đo khoảng cách giữa hai mặt tại mọi điểm của nó. Nếu các khoảng cách giữa hai bề mặt tại mọi điểm của chúng đều bằng nhau thì điều đó chứng tỏ chúng song song với nhau.

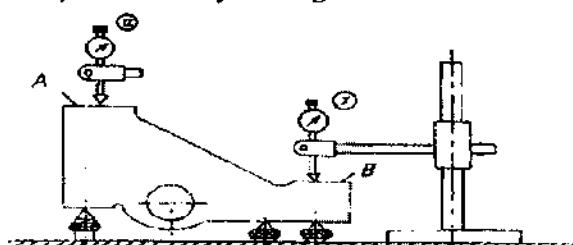
Ví dụ kiểm tra độ song song giữa bề mặt A và B trên một chi tiết được thể hiện trên hình 2.42. Người ta đặt đế của đồng hồ so lên mặt phẳng B. Sau đó đẩy đế đồng hồ trượt trong mặt phẳng B; nếu kim đồng hồ không di động thì mặt A song song với mặt B. Kiểm tra song song cách này rất đơn giản và nhanh chóng nhưng nó chỉ thực hiện được trong trường hợp một trong hai bề mặt có diện tích đủ lớn để đặt đế của đồng hồ so và xê dịch nó trong mặt phẳng đó, đồng thời hai mặt phẳng A và B của chi tiết phải nằm ngang thì việc kiểm tra mới dễ dàng.

Trong trường hợp kết cấu chi tiết không có những điều kiện thuận lợi kể trên, thì phương pháp kiểm tra độ song song tiến hành như hình 2.43. Chi tiết được đặt trên ba điểm tỳ và các điểm tỳ này lại đặt trên mặt phẳng của bàn rà. Trước hết phải điều chỉnh chiều cao của các điểm tỳ sao cho bề mặt B song song với bề mặt của bàn rà, khi điều chỉnh phải dùng đồng hồ so đặt ở vị trí I để kiểm tra xem đã điều chỉnh cho mặt B song song với mặt bàn rà chưa. Sau khi mặt B song song với bàn rà rồi, chúng ta nhấc đồng hồ so lên vị trí II (đế của đồng hồ vẫn đặt trên mặt bàn rà) và kiểm tra xem mặt A có song song với mặt bàn rà hay không. Nếu mặt A song song với mặt bàn rà thì cũng phải song song với mặt B, bởi vì mặt B đã song song với mặt bàn rà.

Nếu chi tiết có hình thù phức tạp, các bề mặt liên hệ với nhau theo nhiều dạng khác nhau thì phải dùng gá lắp kiểm tra.

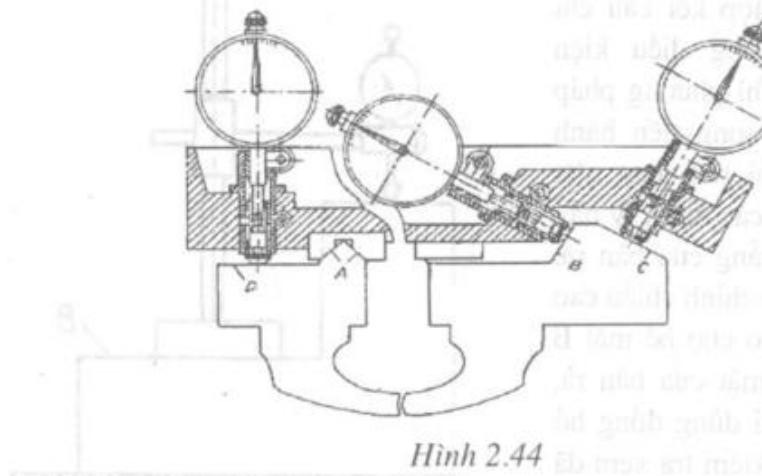


Hình 2.42



Hình 2.43

Ví dụ như kiểm tra độ song song các bề mặt của sống trượt trên một thân máy (có phân quy ước, vì các bề mặt sống trượt đều cắt nhau) người ta phải gắn lên thân đồ gá ba đồng hồ so hình 2.44. Gá lắp kiểm tra dựa vào các mặt A của một sống trượt làm chuẩn, chúng ta sẽ tiến hành kiểm tra sự thay đổi về khoảng cách giữa các mặt sống trượt B, C, D đến sống trượt làm chuẩn A. Nếu các khoảng cách không thay đổi thì chúng sẽ song song với nhau. Muốn thế chúng ta cho các đầu đo của ba đồng hồ tiếp xúc vào các mặt B, C, D của các sống trượt, để tiện cho việc kiểm tra, ta điều chỉnh kim đồng hồ chỉ đúng vạch số 0. Sau khi điều chỉnh xong đẩy toàn bộ gá lắp dọc theo sống trượt. Nếu các kim của đồng hồ không bị xê dịch thì chứng tỏ các sống trượt song song với nhau.

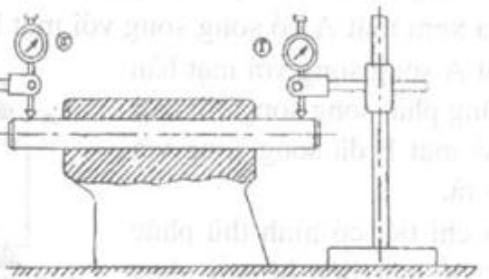


Hình 2.44

4.2. Kiểm tra độ song song giữa lỗ với mặt phẳng, giữa lỗ với lỗ.

Khi kiểm tra độ song song giữa lỗ với mặt phẳng, chúng ta thường lấy mặt phẳng làm chuẩn hình 2.45.

Dùng một trục chính xác lắp sít với lỗ và đặt mặt đáy của chi tiết lên mặt của bàn rà. Dùng đồng hồ so đặt trên bàn rà và cho đầu đo của nó tiếp xúc với đường sinh trên trục (vị trí I) sau đó quay cả hệ thống

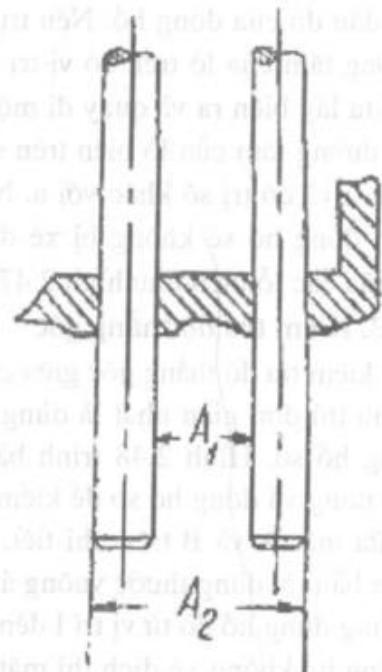


Hình 2.45

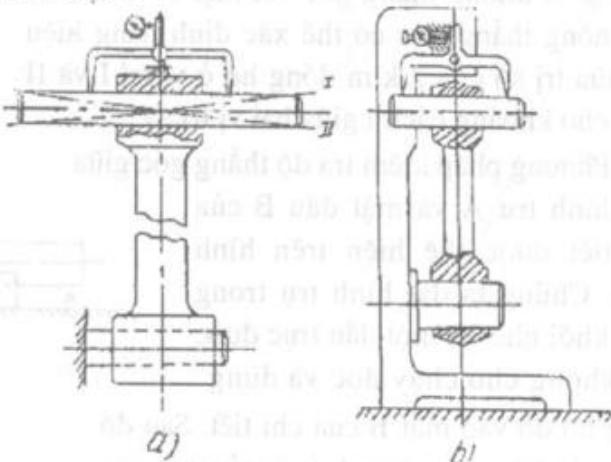
đồng hồ so sang vị trí II và cung cho đầu đo của nó tiếp xúc với đường sinh không bị xê dịch. Ngược lại, nếu kim đồng hồ xê dịch thì chứng tỏ lỗ và mặt đáy của chi tiết không song song với nhau.

Khi kiểm tra độ song song giữa hai lỗ, chúng ta cũng dùng hai trục lắp sít vào các lỗ hình 2.46. Sau đó đo khoảng cách A_2 giữa hai mép ngoài của các trục. Nếu khoảng cách ấy tại mọi điểm trên chiều dài của các trục đều bằng nhau thì hai lỗ song song với nhau. Cũng có thể đo khoảng cách A_1 giữa hai mép trong của hai trục. Đôi khi người ta dùng mău ghép lại với nhau thành miếng căn và đặt vào giữa các trục, nếu miếng căn ấy nằm vừa sít giữa hai trục trên tất cả mọi điểm, thì điều ấy cũng chứng tỏ các trục song song với nhau, có nghĩa là các lỗ cũng song song với nhau. Phương pháp kiểm tra độ song song giữa các lỗ vừa nêu trên đây tuy đơn giản, nhưng độ chính xác không cao, vì do kích thước A_1 và A_2 mà dùng thước cặp hoặc panme thì kém chính xác.

Phương pháp kiểm tra độ song song giữa các lỗ của biến động cơ đốt trong được thể hiện trên hình 2.47. Lỗ dưới của biến lồng vào một trục gá cố định, lỗ trên lồng vào một trục khác, trục này ở trạng thái tự do không cố định vào thân gá lắp kiểm tra. Một đòn bẩy có hai điểm tỳ vào trục, còn cánh tay đòn kia



Hình 2.46



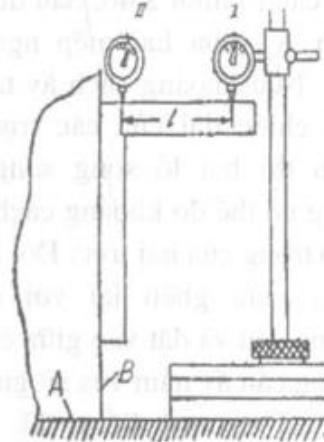
Hình 2.47

tỷ vào đầu đo của đồng hồ. Nếu trục của lỗ không song song với lỗ biên dưới, thì đường tâm của lỗ trên có vị trí I, và kim đồng hồ sẽ chỉ ở số a chặng hạn. Sau đó ta lấy biên ra và quay đi một góc 180° quanh trục của nó rồi lắp vào gá lắp thì đường tâm của lỗ biên trên sẽ có vị trí II. Lúc ấy tất nhiên kim đồng hồ sẽ lệch đi và có trị số khác với a. Nếu lỗ biên trên và dưới song song với nhau thì kim đồng hồ sẽ không bị xê dịch. Phương pháp gá lắp kiểm tra độ song song giữa các lỗ biên như hình 2.47b.

4.3. Kiểm tra độ thẳng góc

Để kiểm tra độ thẳng góc giữa các mặt phẳng với nhau thì đơn giản nhất là dùng thước vuông và đồng hồ so. Hình 2.48 trình bày cách dùng thước vuông và đồng hồ so để kiểm tra độ thẳng góc giữa mặt A và B trên chi tiết. Mặt A được đặt trên bàn rà, dùng thước vuông áp sát vào mặt B và dùng đồng hồ dò từ vị trí I đến vị trí II. Nếu kim đồng hồ không xê dịch thì mặt A thẳng góc với mặt B. Ngược lại nếu kim đồng hồ xê dịch thì mặt A không thẳng góc với mặt B và lúc đó độ không thẳng góc có thể xác định bằng hiệu số giữa trị số của 2 kim đồng hồ ở vị trí I và II chia cho khoảng cách l giữa hai vị trí ấy.

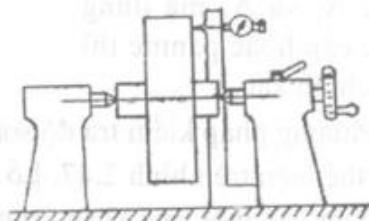
Phương pháp kiểm tra độ thẳng góc giữa mặt hình trụ A và mặt đầu B của chi tiết được thể hiện trên hình 2.49. Chúng ta đặt hình trụ trong một khối chữ V, một đầu trực được giữ không cho chạy dọc và dùng đồng hồ dò vào mặt B của chi tiết. Sau đó quay chi tiết xung quanh trục của nó, nếu kim đồng hồ không di động thì hai bề mặt ấy thẳng góc với nhau, ngược lại kim di động thì hai bề mặt không thẳng góc với nhau. Trong việc chế tạo bánh răng, thường kiểm tra độ thẳng góc giữa mặt bên và lỗ



Hình 2.48



Hình 2.49



Hình 2.50

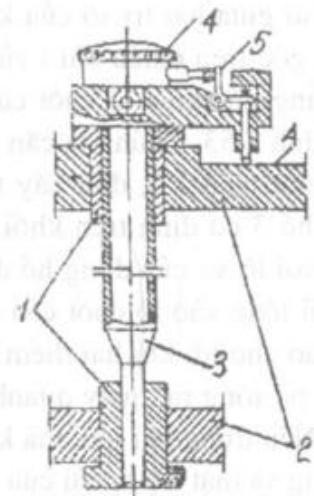
của nó. Khi kiểm tra, người ta dùng một trục gá lắp vào lỗ bánh răng và cố định trên hai mũi nhọn, dùng đồng hồ dò vào mặt bên của bánh răng và quay quanh tâm như hình 2.50. Nếu kim đồng hồ không di động thì chứng tỏ mặt bên của bánh răng thẳng góc với lỗ. Trường hợp kiểm tra độ thẳng góc giữa lỗ và mặt phẳng. Phương pháp gá lắp kiểm tra độ thẳng góc giữa lỗ và mặt phẳng được thể hiện trên hình 2.51. Gá lắp gồm có một đồng hồ 4 gắn trên trục gá 3. Trục lắp trong bạc 1, các bạc có mặt côn bên ngoài lắp vào lỗ của chi tiết. Đầu đo của đồng hồ tỳ vào một đầu của đòn bẩy 5, còn đầu kia tỳ vào mặt phẳng A.

Chúng ta quay cả hệ thống gá lắp xung quanh trục của nó, nếu kim đồng hồ không xê dịch thì chứng tỏ lỗ và mặt phẳng A thẳng góc với nhau.

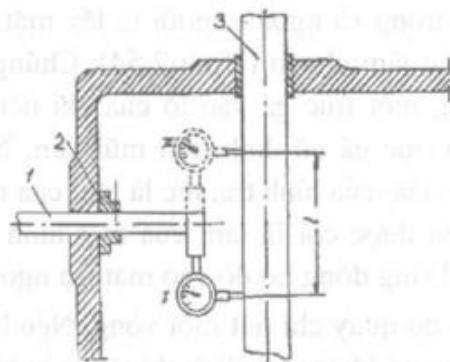
Phương pháp kiểm tra độ thẳng góc giữa trục và lỗ trên một chi tiết được thể hiện trên hình 2.52.

. Người ta lắp trục 1 vào lỗ, trong lỗ có bạc 2 chắn không cho nó tuột ra ngoài. Lúc kiểm tra chúng ta phải kéo trục về bên trái làm cho bạc chắn 2 tỳ sát vào mặt trong của thành chi tiết, như vậy vị trí của đồng hồ theo phương dọc trục 1 được giữ nguyên, đồng thời lúc ấy phải quay trục 1, cần chú ý hai vị trí I và II của đồng hồ. Nếu kim đồng hồ ở hai vị trí đó không bị xê dịch thì lỗ thẳng góc với trục 3.

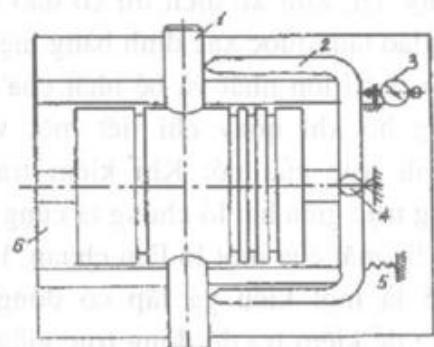
Ngược lại, nếu kim đồng hồ xê dịch thì lỗ và trục 3 không thẳng góc với nhau.



Hình 2.51



Hình 2.52

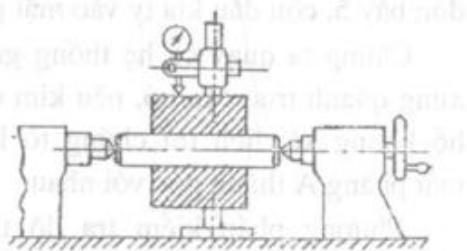


Hình 2.53

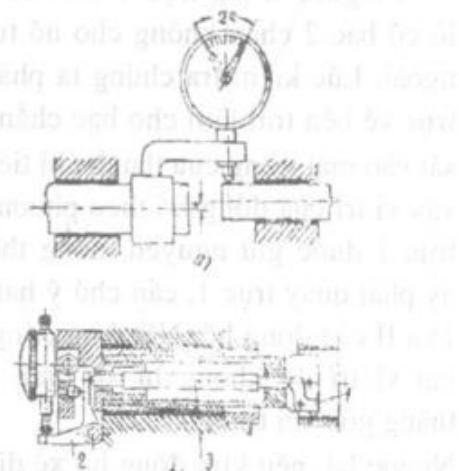
Hiệu số giữa hai trị số của kim đồng hồ chỉ ở vị trí I và II chính là độ không thẳng góc trên chiều dài l của trục 3 và lô trên chi tiết. Phương pháp kiểm tra độ thẳng góc giữa lô chốt của pit-tông và mặt trụ ngoài của nó được thể hiện trên hình 2.53. Chúng ta cần phải làm gá lắp kiểm tra. Gá lắp kiểm tra gồm có: khối chữ nhật V6, đòn bẩy tỳ 2 quay quanh trục 4 cố định trên khối chữ V, đồng hồ 3 cố định trên khối chữ V và tỳ đầu đo vào đòn bẩy 2. Lò xo 5 cân bằng với lò xo của đồng hồ đo. Muốn kiểm tra pit-tông trên gá lắp này, chúng ta phải lồng vào lô chốt của nó một trục gá 1, đặt pit-tông vào khối chữ V và đẩy vào cho tới khi hai điểm tỳ của đòn bẩy 2 tỳ vào trục 1 thì thôi. Lần thứ 2 ta lấy pit-tông ra, quay quanh trục của nó một góc 180° và làm lại như lần thứ nhất. Nếu trong hai lần, mà kim đồng hồ không bị xê dịch thì chứng tỏ lô chốt pit-tông và mặt trụ ngoài của nó thẳng góc với nhau.

4.4. Kiểm tra độ đồng tâm và độ đồng trục

Muốn kiểm tra độ đảo tâm giữa mặt trụ trong và ngoài, người ta lấy mặt trụ trong làm chuẩn (Hình 2.54). Chúng ta lồng một trục gá vào lỗ của chi tiết và cho trục gá cố định trên mũi tâm. Như vậy, tâm của hình trụ, tức là tâm của mũi nhọn được coi là tâm của mặt hình trụ lỗ. Dùng đồng hồ dò vào mặt trụ ngoài, sau đó quay chi tiết một vòng. Nếu kim đồng hồ không xê dịch thì tâm của hình trụ ngoài và lỗ bên trong trùng nhau, ngược lại, kim xê dịch thì có đảo tâm. Độ đảo tâm được xác định bằng hiệu số giữa vị trí lớn nhất và bé nhất của kim đồng hồ khi quay chi tiết một vòng quanh trục của nó. Khi kiểm tra độ đồng trục giữa hai lỗ chúng ta cũng dựa vào bề mặt của một lỗ làm chuẩn. Hình 2.55 là một kiểu gá lắp có đồng hồ dùng để kiểm tra độ đồng trục giữa hai lỗ. Dùng một trục gá có gắn đồng hồ,



Hình 2.54



Hình 2.55

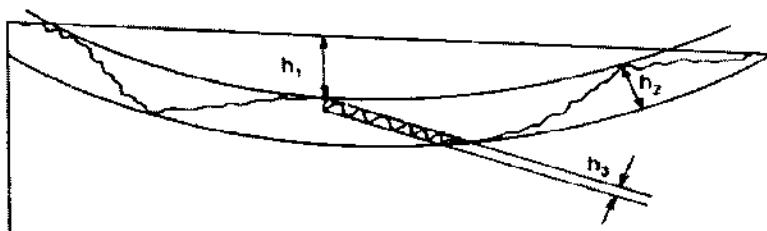
đem lắp sít vào một trong hai lỗ; lỗ kia cũng lắp một trục gá. Cho đầu đo của đồng hồ tỳ vào trục gá của lỗ kia. Quay trục gá có gắn đồng hồ quanh trục của nó đủ một vòng (360°). Nếu kim đồng hồ xê dịch thì chứng tỏ hai lỗ không đồng trục với nhau. Lúc ấy độ không đồng trục sẽ là một nửa hiệu số giữa vị trí lớn nhất và bé nhất của kim đồng hồ.

Hình 2.55b là một kiểu gá lắp khác. Ở đây không cần dùng trục gá cho lỗ thứ hai. Gá kiểm tra có hai đòn bẩy 1 có một đầu tỳ vào mặt của lỗ thứ 2, còn một đầu tỳ vào trục truyền 3. Một đầu của đòn bẩy 2 cũng tỳ vào trục truyền 3, còn đầu kia tỳ vào đầu đo của đồng hồ. Toàn bộ gá lắp dựa vào mặt trụ của một trong hai lỗ để làm chuẩn. Độ chính xác của hai gá lắp nêu ở trên phụ thuộc vào độ chính xác của đồng hồ, của các lắp ghép giữa trục gá và lỗ chi tiết. Các gá lắp ấy rất tiện dùng cho việc kiểm tra trong sản xuất với số lượng khá lớn.

V. NHÁM BỀ MẶT

1. Bản chất nhám bề mặt

Bề mặt chi tiết sau khi gia công không bằng phẳng một cách lý tưởng mà có những mấp mô.



Hình 2.56

Những mấp mô này thể hiện sai số về hình dáng hình học tể vi của bề mặt chi tiết. Nguyên nhân gây nên những mấp mô đó là: Do vết dao để lại trên bề mặt của dụng cụ; là kết quả của quá trình biến dạng dẻo của bề mặt chi tiết khi cắt gọt lớp kim loại; do rung động trong quá trình cắt và của nhiều nguyên nhân khác nữa. Mấp mô bề mặt có nhiều loại khác nhau hình 2.56.

+ Loại mấp mô có chiều cao h_1 , là độ không bằng phẳng của bề mặt (bề mặt bị lõm) (Những mấp mô có tỷ số giữa bước mấp mô P và chiều cao mấp mô h là $P/h \geq 1000$)

+ Mấp mô có chiều cao h_2 thuộc về sóng trên bề mặt ($50 \leq P/h \leq 1000$)

+ Mấp mô có chiều cao h_3 thuộc về hình dạng hình học tế vi là độ nhẵn của bề mặt, còn được gọi là độ nhám bề mặt có trị số bé hơn hoặc bằng 50 ($P/h \leq 50$)

Như vậy, độ nhám bề mặt chỉ kể đến những mấp mô xét trong một phạm vi hẹp của bề mặt gia công.

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. Độ nhám bề mặt là mức độ cao thấp của các mấp mô, độ cao mấp mô càng bé thì độ nhẵn bề mặt càng cao.

Độ nhám bề mặt càng lớn, càng làm giảm chất lượng sử dụng của chi tiết:

- Trong mối ghép di động (ổ trượt, con trượt,...) bề mặt chi tiết làm việc trượt tương đối với nhau, nên khi nhám càng lớn, tại các đỉnh tiếp xúc lực tập trung càng lớn gây ra biến dạng chảy phá hỏng bề mặt tiếp xúc,.. nếu được bôi trơn bằng dầu thì sẽ khó đảm bảo 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... Các hiện tượng trên sẽ làm cho các bề mặt làm việc bị mòn nhanh, tăng khe hở, giảm độ chính xác và tuổi thọ của chi tiết.

- Trong mối ghép cố định (có độ dôi), khi ép hai chi tiết vào nhau thì các đỉnh mấp mô bị san phẳng. Độ nhám càng lớn thì lượng san phẳng càng nhiều, làm giảm độ dôi của mối ghép, do đó giảm độ bền chắc của mối ghép.

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

Độ 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.

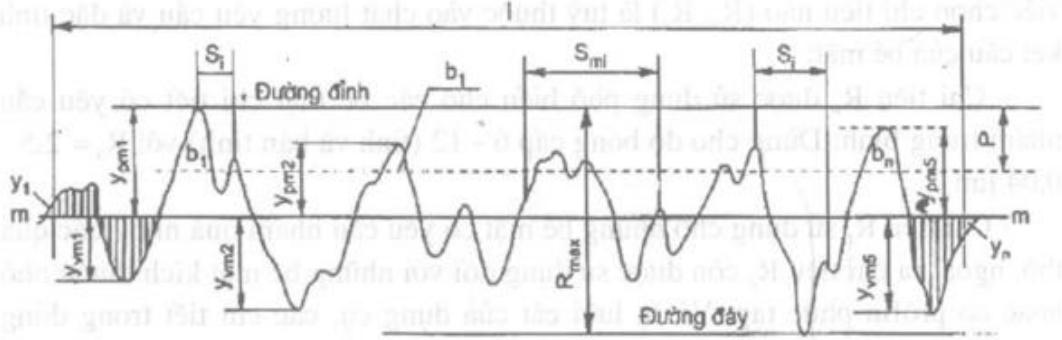
Ý nghĩa: Độ nhẵn bề mặt có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng làm việc của chi tiết máy: Độ nhẵn cao sẽ giảm được ma sát, nâng cao độ bền mòn và độ bền mỏi đối với những bề mặt có chuyển động tương đối, đồng thời tăng độ bền chắc đối với các mối ghép có độ dôi và ngược lại.

2. Chỉ tiêu đánh giá độ nhám

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 profil bề mặt (Hình 2.57)

nhóm nhỏ hơn bao gồm nhóm nhỏ nhất bao gồm các điểm nằm ngoài

đoạn đường dài này gọi là “đường đỉnh” và “đường đáy”



Hình 2.57. Các chỉ tiêu đánh giá nhám bề mặt

Độ nhám bề mặt được đánh giá bằng 2 chỉ tiêu sau (Theo TCVN 2511 - 95):

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

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y_x| dx = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^n |y_i| \quad (2.25)$$

- Chiều cao măp mô prôfin theo mười điểm, R_z : Là trị số trung bình các giá trị tuyệt đối của 5 khoảng cách từ 5 đỉnh cao nhất tới 5 đáy thấp nhất của măp mô tă vi bă mặt trong giới hạn chiều dài chuẩn 1.

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{pmi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vmi}|}{5} \quad (2.26)$$

Đơn vị của chiều cao măp mô prôfin bă mặt R_z và sai lệch trung bình số học R_a tính bằng μm

Theo kinh nghiệm, thường dựa vào cấp chính xác để định độ nhám bă mặt tương ứng

$$R_a = 5 - 20\% \text{ dung sai kích thước.}$$

l: là “chiều dài chuẩn”, trị số chiều dài chuẩn phụ thuộc vào độ bóng bă mặt (8 - 0,08 mm)

Trong sản xuất cho phép đánh giá độ nhẵn bằng một trong hai chỉ tiêu trên, việc chọn chỉ tiêu nào (R_a , 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 cho các bề mặt chi tiết có yêu cầu nhám trung bình: Dùng cho độ bóng cấp 6 - 12 (tinh và bán tinh) với $R_a = 2,5 - 0,04 \mu\text{m}$

- Chỉ tiêu R_z sử dụng cho những bề mặt có yêu cầu nhám quá nhỏ hoặc quá thô, ngoài ra chỉ tiêu R_a 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,... Thường dùng cho cấp độ bóng 1 - 5 (thô) và 13 - 14 (siêu tinh) ứng với giá trị R_z là $320 - 20 \mu\text{m}$ và $0,1 - 0,05 \mu\text{m}$.

Tiêu chuẩn cũng quy định dãy giá trị của các thông số chiều cao nhám R_a , R_z và R_{max} , bảng 2.6 và bảng 2.7. Khi định giá trị của các thông số đó, trước hết phải sử dụng các giá trị trong dãy ưu tiên.

Bảng 2.6. Sai lệch trung bình số học profin , $R_a(\mu\text{m})$

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

Ghi chú: Ưu tiên dùng trị số in đậm.

Bảng 2.7. Chiều cao măp mō prōfin theo mươi điểm R_z và
chiều cao lớn nhất măp mō của prōfin , R_{max} (μm)

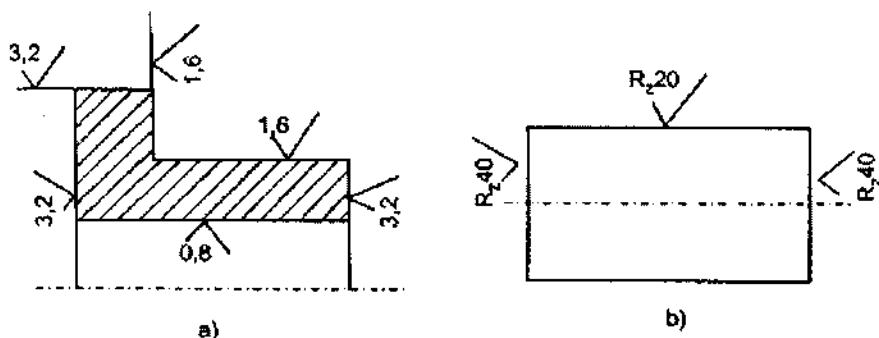
	0,125	1,25	12,5	125	1250
	0,160	1,60	16,0	160	1600
	0,20	2,0	20	200	-
0,025	0,25	2,5	25	250	-
0,032	0,32	3,2	32	320	-
0,040	0,40	4,0	40	400	-
0,050	0,50	5,0	50	500	-
0,063	0,63	6,3	63	630	-
0,080	0,80	8,0	80	800	-
0,100	1,00	10,0	100	1000	-

Ghi chú: Ưu tiên dùng trị số in đậm.

3. Ký hiệu nhám trên bản vẽ chi tiết

Để thể hiện yêu cầu nhám bề mặt, trong các bản vẽ thiết kế, người ta dùng ký hiệu chữ v lêch “ $\sqrt{}$ ” và trên đó ghi giá trị bằng số của chỉ tiêu R_a hoặc R_z :

- Nếu là giá trị của R_a thì chỉ ghi giá trị bằng số, hình 2.58 a.
- Nếu là giá trị của R_z thì phải ghi ký hiệu R_z trước giá trị bằng số, hình 2.58 b.



Hình 2.58. Ký hiệu nhám trên bản vẽ

VI. CHUỖI KÍCH THƯỚC

Để giải quyết vấn đề sai số của một kích thước bao gồm nhiều kích thước tạo thành, nói rộng hơn là sai số về yếu tố hình học của máy hay bộ phận máy do nhiều chi tiết có sai số về yếu tố hình học lắp thành. Phân này trình bày cách giải quyết vấn đề đó cho một yếu tố hình học là kích thước và chỉ ra phương pháp tính toán dung sai kích thước của chi tiết máy hay bộ phận máy do các chi tiết đó lắp thành. Phương pháp giải quyết này cũng có thể ứng dụng để giải quyết vấn đề dung sai của một vài sai số về vị trí và hình dạng.

1. Các khái niệm cơ bản

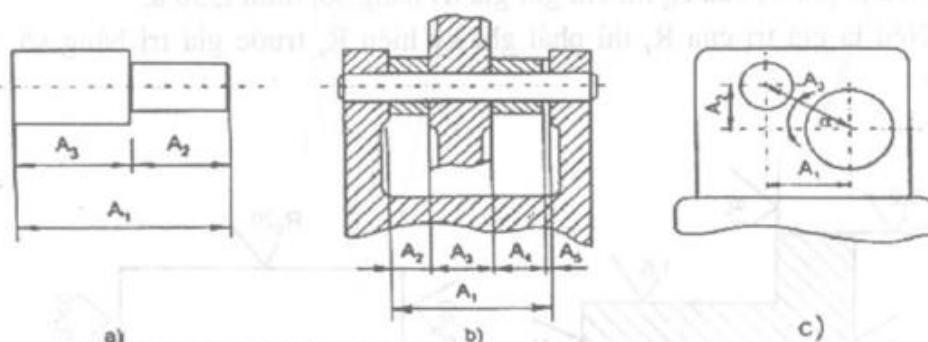
Chuỗi kích thước là một vòng khép kín do các kích thước của một hoặc một số chi tiết nối ghép tiếp nhau tạo thành. Nghĩa là xuất phát từ điểm mốc, đi một chiều theo các kích thước nối tiếp nhau thì sẽ trở lại điểm xuất phát. Như vậy để hình thành chuỗi kích thước phải có 2 điều kiện:

- Các kích thước quan hệ nối tiếp nhau
- Các kích thước tạo thành một vòng kín

1.1. Phân loại chuỗi kích thước

Theo kết cấu và vị trí tương đối các kích thước:

- Chuỗi kích thước chi tiết: Các kích thước của chuỗi còn gọi là khâu thuộc một chi tiết như chuỗi hình 2.59 a và 2.59 c.)



Hình 2.59. Các loại chuỗi kích thước

- Chuỗi kích thước lắp: Một chuỗi mà các khâu của nó là kích thước của các chi tiết khác nhau, lắp ghép trong bộ phận máy hoặc máy.

Hình 2.59 b là chuỗi kích thước lắp ghép gồm các khâu A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 , nối tiếp nhau tạo thành một vòng khép kín.

Về mặt hình học, người ta có thể phân loại chuỗi như sau:

- Chuỗi đường thẳng: Là chuỗi mà các khâu của nó song song với nhau trong cùng một mặt phẳng hoặc trong những mặt phẳng song song với nhau (hình 2.59a; 2.59b).

- Chuỗi mặt phẳng: Là chuỗi mà các khâu của nó nằm trong cùng một mặt phẳng hoặc trong những mặt phẳng song song với nhau nhưng bản thân chúng không song song với nhau, ví dụ chuỗi hình 2.59c

- Chuỗi không gian: Là loại chuỗi mà các khâu của nó không nằm trong những mặt phẳng song song với nhau.

1.2. Định nghĩa về khâu

Khâu là một mắt xích của chuỗi, phản ánh một kích thước gia công hay lắp ghép và khi sắp xếp nối tiếp nhau theo một chu trình kín sẽ tạo thành một chuỗi.

Dựa vào đặc tính các khâu, người ta chia ra hai loại:

- Khâu thành phần (A_i) - kích thước của chúng do quá trình gia công quyết định và không phụ thuộc lẫn nhau.

+ Khâu thành phần tăng (khâu tăng) là khâu mà kích thước của nó tăng lên sẽ làm tăng kích thước của khâu khép kín và ngược lại, nó giảm sẽ làm giảm kích thước của khâu khép kín.

+ Khâu thành phần giảm (khâu giảm) là khâu mà kích thước của nó tăng lên sẽ làm giảm kích thước của khâu khép kín và ngược lại.

Ví dụ chuỗi hình 2.59a thì A_1 là khâu tăng, còn A_2, A_3 là khâu giảm.

- Khâu khép kín: Là khâu mà kích thước của nó hoàn toàn được xác định bởi kích thước của các khâu thành phần. Trong một chuỗi, có nhiều khâu thành phần nhưng chỉ có một khâu khép kín.

Ví dụ chuỗi ở hình 2.59b Các kích thước A_1, A_2, A_3, A_4 là các khâu thành phần, chúng độc lập với nhau, còn khe hở A_5 là khâu khép kín vì chúng hoàn toàn phụ thuộc vào kích thước các khâu A_1, A_2, A_3 và A_4 . Như vậy, trong một chuỗi kích thước lắp ghép, kích thước của các chi tiết tham gia vào chuỗi đều là khâu thành phần.

Muốn phân biệt khâu thành phần và khâu khép kín của chuỗi kích thước chi tiết, ta phải biết trình tự gia công các kích thước chi tiết trong chuỗi ấy.

Kích thước hình thành sau khi gia công các chi tiết kia là khâu khép kín và các kích thước kia là khâu thành phần.

Ví dụ hình 2.59a sau khi gia công kích thước A_2 rồi A_1 , thì A_3 được hình thành và xác định hoàn toàn phụ thuộc vào A_2 và A_1 nên A_3 là khâu khép kín A_2 và A_1 là các khâu thành phần.

2. Giải chuỗi kích thước

Giải chuỗi kích thước là phải giải hai loại bài toán sau:

+ *Bài toán thuận:*

Cho biết khâu thành phần (A_i) về kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai, xác định khâu khép kín (về kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai).

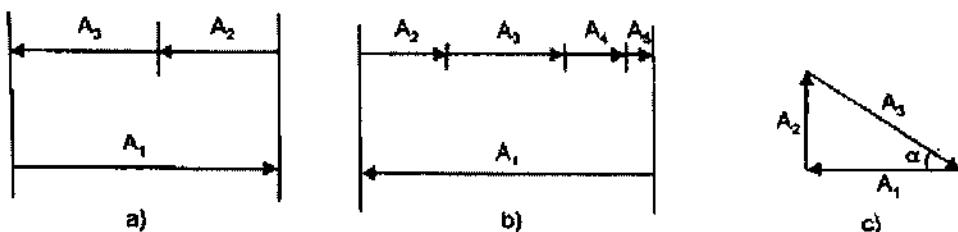
+ *Bài toán nghịch:*

Cho biết khâu khép kín (A_{Σ}) (về kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai), xác định khâu thành phần (A_i) (về kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai).

Chẳng hạn khi thiết kế bộ phận máy hoặc máy, xuất phát từ độ chính xác chung của bộ phận máy hoặc máy đã cho trước để xác định độ chính xác các chi tiết máy tạo thành.

Muốn giải hai loại bài toán trên, ta phải tìm quan hệ về kích thước, dung sai và sai lệch giữa khâu khép kín và khâu thành phần. Trước hết phải xác lập quan hệ về kích thước giữa chúng, từ đó làm cơ sở để xác lập các quan hệ kia.

Để tiện cho việc giải, ta phải sơ đồ hoá chuỗi kích thước. Ví dụ, các chuỗi ở hình 2.59 a,b,c được sơ đồ hoá thành các chuỗi tương ứng trên hình 2.60.



Hình 2.60

Từ chuỗi hình 2.60b với khâu khép kín là $A_{\Sigma} = A_5$ thì quan hệ kích thước là $A_{\Sigma} = A_5 = A_1 - A_2 - A_3 - A_4$

Từ chuỗi hình 2.60c với khâu khép kín là $A_{\Sigma} = A_3$ thì quan hệ kích thước là $A_{\Sigma} = A_3 = A_1 \cos \alpha + A_2 \sin \alpha$

Tổng quát cho cả hai trường hợp ta có công thức sau:

$$A_{\Sigma} = \beta_1 A_1 + \beta_2 A_2 + \beta_3 A_3 + \dots + \beta_n A_n$$

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \beta_i A_i$$

Trong đó: β_i là hệ số ảnh hưởng biểu thị mức độ ảnh hưởng của các khâu thành phần đến khâu khép kín.

Trong chuỗi đường thẳng, các khâu có hệ số bằng +1 (với khâu tăng) và bằng -1 (với khâu giảm). Trong chuỗi mặt phẳng hoặc trung gian nó là sin α hoặc cos α . Tuỳ góc α mà giá trị sin α , cos α có thể dương (ở khâu tăng) và âm (ở khâu giảm).

Tóm lại: Khâu tăng là khâu có hệ số ảnh hưởng dương, khâu giảm là khâu có hệ số ảnh hưởng âm.

Khi xác định khâu tăng và khâu giảm của chuỗi kích thước ta xét chuỗi kích thước như là một vòng kín các vectơ kích thước nối tiếp nhau, hình 2.60. Vectơ kích thước hoặc vectơ hình chiếu của kích thước trên phương khâu khép kín và ngược chiều với khâu khép kín là khâu tăng, cùng chiều với khâu khép kín là khâu giảm.

Có thể gộp các khâu tăng và khâu giảm thành 2 nhóm. Trong chuỗi có n khâu thành phần thì

$$\sum_{i=1}^m \text{ là tổng các khâu tăng}$$

$\sum_{i=m+1}^n$ là tổng các khâu giảm. Ta có công thức sau

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m |\beta_i| A_i - \sum_{i=m+1}^n |\beta_i| A_i \quad (2.27)$$

Đối với chuỗi đường thẳng thì:

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m A_i - \sum_{i=m+1}^n A_i \text{ với } m < n \quad (2.28)$$

Trên cơ sở phương trình cơ bản của chuỗi kích thước (2.28), xác lập các công thức quan hệ về sai lệch giới hạn và dung sai giữa các khâu thành phần và khâu khép kín để giải các chuỗi đường thẳng, người ta có những phương pháp sau:

Giải theo phương pháp đổi lỗ chức năng hoàn toàn

Giải theo phương pháp này thì dung sai của các khâu thành phần và khâu khép kín được tính sao cho chúng đảm bảo tính đổi lỗ chức năng hoàn toàn. Cho nên kích thước của các khâu phải nằm trong phạm vi cho phép ngay cả trong trường hợp chúng có các giá trị ở biên của miền phân tán kích thước mặc dầu xác suất xuất hiện các giá trị đó rất nhỏ.

Bài toán 1: Theo công thức quan hệ (2.28) ta nhận thấy khâu khép kín - A_{Σ} có giá trị lớn nhất khi các khâu thành phần tăng có giá trị lớn nhất $-A_{imax}$ và các khâu giảm có giá trị bé nhất $-A_{imin}$.

Vậy ta có:

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m A_{imax} - \sum_{i=1}^n A_{imin} \quad (2.29)$$

Cũng tương tự, ta có giá trị bé nhất của khâu khép kín là:

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m A_{imin} - \sum_{i=m+1}^n A_{imax} \quad (2.30)$$

Công thức (2.29) và (2.30) chính là điều kiện để giải bài toán 1 bằng phương pháp đổi lỗ chức năng hoàn toàn. Có nghĩa là khi giải ta phải tính đến cả những trường hợp xấu nhất, đó là trường hợp giá trị khâu khép kín có xác suất rất bé. Những trường hợp ấy trong thực tế có thể không xuất hiện hoặc rất hân hữu. Nhưng để đảm bảo tính đổi lỗ hoàn toàn ta cứ giả thiết là chúng xuất hiện để tính.

Vì vậy công thức (2.29) và (2.30) còn là giả thiết của bài toán 1. Từ quan hệ (2.28); (2.29) và (2.30) ta xác lập quan hệ về sai lệch giới hạn và dung sai giữa khâu khép kín và các khâu thành phần:

Dung sai khâu khép kín - T_{Σ} :

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m A_{imax} - \sum_{i=m+1}^n A_{imin} + \left[\sum_{i=1}^m A_{imin} - \sum_{i=m+1}^n A_{imax} \right] \quad (2.31)$$

T_i - trong tổng thứ 1 là dung sai các khâu tăng

T_i - trong tổng thứ 2 là dung sai các khâu giảm.

Như vậy: Dung sai khâu khép kín bằng tổng dung sai các khâu thành phần trong chuỗi.

Sai lệch trên của khâu khép kín - ES_{Σ}

$$ES_{\Sigma} = (2.29) - (2.28) = \sum_{i=1}^m A_{imax} - \sum_{i=m+1}^n A_{imin} - \left[\sum_{i=1}^m A_i - \sum_{i=m+1}^n A_i \right]$$

$$ES_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n ES_i - \sum_{i=m+1}^n ei_i \quad (2.32)$$

Sai lệch dưới của khâu khép kín - EI_{Σ}

$$EI_{\Sigma} = (2.30) - (2.28) = \sum_{i=1}^m A_{imin} - \sum_{i=m+1}^n A_{imax} - \left[\sum_{i=1}^m A_i - \sum_{i=m+1}^n A_i \right]$$

$$EI_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m EI_i - \sum_{i=m+1}^n es_i \quad (2.33)$$

Trong đó: ES_i, EI_i, es_i, ei_i là sai lệch dưới của các khâu tăng và các khâu giảm.

Đến đây bài toán đã được giải xong bằng các công thức (2.31), (2.32) và (2.33)

Ví dụ 2.14: Cho chuỗi kích thước với giả thiết A_4 là khâu khép kín và cho biết các khâu thành phần.

$$A_1 = 70_{-0,3}$$

$$A_2 = 30_{-0,15}$$

$$A_3 = 10^{+0,1}$$

Tìm sai lệch và dung sai của khâu khép kín?

Giải:

Trong chuỗi kích thước khâu khép kín là $A_{\Sigma} = A_4$, và A_1 là khâu tăng còn A_2, A_3 là khâu giảm. Kích thước danh nghĩa của khâu khép kín là:

$$A_{\Sigma} = A_4 = A_1 - A_2 - A_3 = 70 - 30 - 10 = 30 \text{ mm}$$

Sai lệch giới hạn của khâu khép kín tính theo công thức (2.32) và (2.33)

$$ES_{\Sigma} = 0 - (-0,15 + 0) = +0,15 \text{ mm}$$

$$EI_{\Sigma} = -0,3 - (0 + 0,1) = -0,40 \text{ mm}$$

Dung sai của khâu khép kín

$$T_{\Sigma} = ES_{\Sigma} - EI_{\Sigma} = 0,15 - (-0,40) = 0,55 \text{ mm}$$

Hoặc có thể tính dung sai khâu khép kín theo công thức (2.31)

Kết quả cuối cùng ta xác định được khâu khép kín là:

$$A_{\Sigma} = A_4 = 30_{-0,40}^{-0,15}$$

Bài toán 2: Ta cần phải xác định dung sai của các khâu thành phần T_i khi biết dung sai khâu khép kín T_{Σ}

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m T_i - \sum_{i=m+1}^n T_i = \sum_{i=1}^n T_i$$

Với một phương trình mà ta phải tìm n ẩn số (dung sai của n khâu thành phần) thì không thể giải được. Muốn giải được ta phải đưa vào điều kiện ban đầu nghĩa là đưa vào giả thiết sau: Cho các khâu thành phần ở cùng một cấp chính xác tức là hệ số cấp chính xác của các khâu thành phần là bằng nhau:

$$a_1 = a_2 = a_3 = \dots = a_n = a_{tb}$$

Dung sai của một khâu thành phần - A_i nào đó sẽ là: $T_i = a_{tb} \cdot i_i$

$$i_i = 0,45 \sqrt[3]{D_i} + 0,001 D_i, \text{ đối với kích thước từ } 1 \div 500 \text{ mm.}$$

D_i là giá trị trung bình của khoảng kích thước chứa kích thước A_i

Thay giá trị của T_i vào công thức (2.31) ta có

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n a_{tb} i_i$$

$$a_{tb} = \frac{T_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n i_i} \quad (2.34)$$

Bảng 2.8. Giá trị i_i được xác định theo bảng

Khoảng kích thước	Đến 3	> 3 ÷ 6	> 6 ÷ 10	> 10 ÷ 18	> 18 ÷ 30	> 30 ÷ 50	> 50 ÷ 80	> 80 ÷ 120	> 120 ÷ 180	> 180 ÷ 250	> 250 ÷ 315	> 315 ÷ 400	> 400 ÷ 500
Giá trị ($i_i = 0,45 \sqrt[3]{D_i} + 0,001 D_i$)	0,55	0,73	0,90	1,08	1,31	1,56	1,86	2,17	2,52	2,90	3,23	3,54	3,89

Từ công thức (2.34) ta tính được hệ số cấp chính xác chung cho tất cả các khâu thành phần - a_{tb} . Dựa vào giá trị a_{tb} ta tra cấp chính xác chung cho các khâu thành phần nhờ bảng 2.8. Căn cứ vào bảng, ta sẽ chọn cấp chính xác nào có hệ số a gần với a_{tb} nhất. Sau khi xác định được cấp chính xác chung của các khâu thành phần - A_i , ta tra sai lệch giới hạn và dung sai của các khâu theo tiêu chuẩn TCVN 2245 - 91.

Với qui ước là: Khâu tăng coi như kích thước lỗ cơ sở - H, khâu giảm coi như kích thước trục cơ sở - h.

Chẳng hạn khâu thành phần tăng có kích thước danh nghĩa là 100 mm, cấp chính xác là cấp 10 thì khi tra sai lệch giới hạn, ta coi là lỗ cơ sở 100H10. Còn với khâu giảm, kích thước danh nghĩa là 50 mm thì ta coi là trục cơ sở 50h10.

Cần thấy rằng qui ước ấy nói chung là hợp lý cho người chế tạo, tuy nhiên cũng có lúc không hợp lý. Chẳng hạn đối với chuỗi kích thước nào đó thì A_i là khâu tăng nhưng do kết cấu chi tiết, nếu theo quy ước trên (ghi dung sai như lỗ cơ sở) thì thực tế làm khó cho chế tạo hơn khi cho dung sai như trục cơ sở. Điều không hợp lý như vậy chỉ có thể khắc phục nhờ khả năng và kinh nghiệm của người cán bộ thiết kế.

Khi tra bảng để định sai lệch giới hạn của các khâu thành phần ta chỉ tra cho $(n-1)$ khâu, còn khâu thành phần thứ k nào đó - A_K sẽ dùng tính toán để xác định sai lệch và dung sai cho nó. Phải làm như vậy để bù lại sự khác nhau giữa hệ số a của cấp chính xác đã chọn với hệ số a_{lb} tính theo công thức (2.34). Ngay cả khi hai giá trị đó bằng nhau cũng phải tính toán lại sai lệch của khâu thứ k - A_K , để cho sự kết hợp giữa các sai lệch của nó với các sai lệch tra trong bảng tiêu chuẩn của $(n-1)$ khâu thành phần kia sao cho nó phù hợp với sai lệch đã cho trước của khâu khép kín - A_Σ .

Đến đây bài toán 2 chỉ còn là:

Biết khâu khép kín- A_Σ (cho trước)

Biết $(n-1)$ khâu thành phần (tra bảng)

Như vậy bài toán chỉ còn một ẩn số mà thôi

- Trường hợp A_K là khâu tăng thì:

Sai lệch trên được tính từ công thức 2.32

$$ES_K = ES_\Sigma - \sum_{i=1}^m ES_i + \sum_{i=m+1}^n ei_i$$

Sai lệch dưới tính từ công thức 2.33

$$EI_\Sigma = EI_\Sigma - \sum_{i=1}^m EI_i + \sum_{i=m+1}^n es_i$$

- Trường hợp A_K là khâu giảm thì:

Sai lệch trên được tính từ công thức 2.33

$$es_K = \sum_{i=1}^m EI_i - \sum_{i=m+1}^n es_i - EI_\Sigma$$

Sai lệch dưới tính từ công thức 2.32

$$ei_K = \sum_{i=1}^m ES_i - \sum_{i=m+1}^n ei_i - ES_{\Sigma}$$

Dung sai của khâu A_K

$$T_K = ES_K - EI_K$$

$$\text{hoặc } T_K = es_K - ei_K$$

Như vậy bài toán 2 đã được giải quyết xong.

Câu hỏi ôn tập

1. Phân biệt các kích thước danh nghĩa, kích thước thực, kích thước giới hạn.
2. Tại sao phải quy định kích thước giới hạn và dung sai. Điều kiện để đánh giá kích thước chi tiết chế tạo ra đạt yêu cầu hay không đạt yêu cầu là gì.
3. Thế nào là sai lệch giới hạn, các ký hiệu và phương pháp tính.
4. Thế nào là lắp ghép, nhóm lắp ghép và đặc tính của chúng.
5. Hãy phân biệt dung sai kích thước chi tiết và dung sai của lắp ghép.
6. Trình bày cách biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép.
7. Tiêu chuẩn dung sai lắp ghép bề mặt trơn TCVN 2244 - 99 quy định bao nhiêu cấp chính xác và ký hiệu chúng như thế nào.
8. Thế nào là hệ thống lắp ghép lỗ cơ bản và hệ thống lắp ghép trực cơ bản.
9. Sai lệch cơ bản là gì ? TCVN 2244 - 99 quy định dãy các sai lệch cơ bản như thế nào.
10. Có mấy nhóm lắp ghép tiêu chuẩn và đặc tính của chúng như thế nào.
11. Cho ví dụ về ký hiệu sai lệch và lắp ghép trên bản vẽ, hãy giải thích các ký hiệu đó.
12. Nêu phạm vi ứng dụng của hai kiểu lắp: $\frac{H7}{f7}$ và $\frac{H7}{k6}$.
13. Trình bày các dạng sai lệch hình dạng, vị trí bề mặt và các dấu hiệu tương ứng để ghi ký hiệu chúng.
14. Trình bày phương pháp xác định dung sai hình dạng và vị trí bề mặt khi thiết kế.
15. Thế nào là nhám bề mặt và nguyên nhân phát sinh ra nó.
16. Trình bày các thông số đánh giá nhám bề mặt.
17. Trình bày phương pháp xác định độ nhám bề mặt chi tiết khi thiết kế.
18. Thế nào là chuỗi kích thước, cho ví dụ minh họa.

19. Thể nào là khâu thành phần tăng, khâu thành phần giảm của chuỗi kích thước, cho ví dụ về cách xác định đối với một chuỗi kích thước.
20. Nêu các công thức thể hiện điều kiện giải chuỗi kích thước bằng phương pháp đổi lẩn chức năng hoàn toàn.
21. Nêu giả thiết đưa vào để giải bài toán 2 của chuỗi kích thước.
22. Khi giải bài toán 2, tại sao ta chỉ tra sai lệch và dung sai cho $(n-1)$ khâu thành phần còn để lại một khâu thứ k (A_k) để tính.

BÀI TẬP

- Chi tiết trục có kích thước danh nghĩa: $d_N = 30$ mm, kích thước giới hạn: $d_{max} = 29,980$ mm và $d_{min} = 29,959$ mm.
 - Tính sai lệch giới hạn và dung sai kích thước.
 - Trục sau khi gia công có kích thước thực là: $d_{th} = 29,985$ mm, có dùng được không, tại sao?
- Chi tiết lỗ có kích thước danh nghĩa: $D_N = 55$ mm, kích thước giới hạn: $D_{max} = 55,046$ mm và $D_{min} = 55$ mm.
 - Tính sai lệch giới hạn và dung sai kích thước.
 - Trục sau khi gia công có kích thước thực là: $D_{th} = 55,025$ mm, có dùng được không, tại sao?
- Tính kích thước giới hạn và dung sai kích thước chi tiết trong các trường hợp sau:

a) $\phi 80^0,074_0$

c) $\phi 150^{-0,143}_{+0,043}$

e) $\phi 90^{+0,025}_{+0,003}$

b) $\phi 100^{+0,207}_{+0,120}$

d) $\phi 72^0_{-0,046}$

f) $\phi 120^{+0,101}_{+0,079}$

- Biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của các lắp ghép cho trong bảng dưới đây:

TT	Kích thước lỗ	Kích thước trục	TT	Kích thước lỗ	Kích thước trục
1	$\phi 46^{-0,074}$	$\phi 46^{-0,009}_{+0,025}$	4	$\phi 124^{-0,028}$	$\phi 124^{-0,025}$
2	$\phi 102^{+0,054}$	$\phi 102^{-0,120}_{-0,207}$	5	$\phi 66^{+0,030}$	$\phi 66^{+0,039}_{+0,020}$
3	$\phi 58^{+0,030}$	$\phi 58^{+0,072}_{+0,053}$	6	$\phi 120^{\pm 0,0175}$	$\phi 120^{-0,022}$

- Tính kích thước giới hạn, dung sai kích thước lỗ và trục.
 - Xác định đặc tính của lắp ghép và trị số độ hở, trị số độ dôi giới hạn của lắp ghép.
- Cho cặp lắp ghép có kích thước lỗ là $\phi 56^{+0,030}$. 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: $S_{max} = 39,5 \mu\text{m}$, $N_{max} = 9,5 \mu\text{m}$.

6. Cho các lắp ghép trụ tròn ghi trong bảng dưới đây. Hãy ghi ký hiệu sai lệch và lắp ghép bằng chữ và bằng số trên bản vẽ.

TT	d_N , mm	Kiểu lắp	TT	d_N , mm	Kiểu lắp
1	30	$\frac{H8}{e8}$ và $\frac{E9}{h8}$	1	30	$\frac{H7}{k6}$ và $\frac{K7}{h6}$
2	45	$\frac{H7}{g6}$ và $\frac{G7}{h6}$	2	45	$\frac{H7}{s6}$ và $\frac{P7}{h6}$
3	72	$\frac{H7}{j_s 6}$ và $\frac{J_s 7}{h6}$	3	72	$\frac{H7}{n6}$ và $\frac{N7}{h6}$

7. Cũng với lắp ghép trụ tròn cho trên bài 6.

- 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.

8. Với các đặc tính yêu cầu của lắp ghép cho trong bảng dưới đây:

TT	d_N , mm	$S_{max yc}$ μm	$S_{min yc}$ μm	TT	d_N , mm	$S_{max yc}$ μm	$S_{min yc}$ μm	TT	d_N , mm	$S_{max yc}$ μm	$S_{min yc}$ μm
1	42	80	25	4	46	42	1	7	48	8	-33
2	56	180	60	5	66	60	11	8	76	39	-10
3	62	76	0	6	86	93	36	9	82	25	-32

- Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho từng trường hợp.

- Xác định sai lệch giới hạn kích thước lỗ và trục

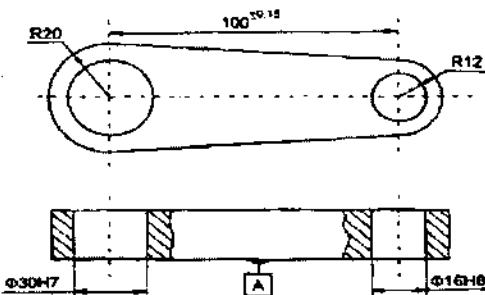
9. Cho chi tiết như hình 2.59

- Xác định dung sai độ phẳng của mặt A và dung sai độ tròn, dung sai của sai lệch prôfin mặt cắt dọc của bề mặt $\phi 30H7$.

- Xác định dung sai độ vuông góc của lỗ $\phi 30H7$ và $\phi 16H8$ so với mặt A.

- Ghi ký hiệu sai lệch hình dạng và vị trí vào bản vẽ.

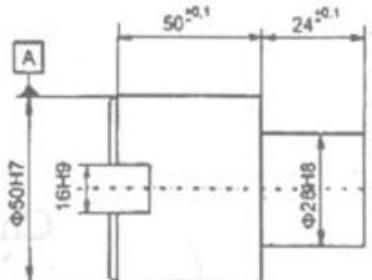
Biết cấp chính xác hình dạng và vị trí là cấp 8.



Hình 2.61

10. Cho chi tiết như hình 2.60 với cấp chính xác hình dạng và vị trí bề mặt là cấp 8, hãy xác định:

- Dung sai độ tròn của mặt $\phi 50H7$.
- Dung sai độ đồng trục của mặt $\phi 28H8$ so với mặt A.



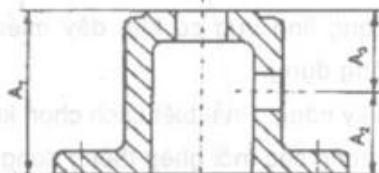
Hình 2.62

- Dung sai độ đối xứng của rãnh 16H9 so với mặt A.
- Ghi ký hiệu sai lệch hình dạng và vị trí đã xác định vào bản vẽ.6. Với các chi tiết đã cho như hình 2.59 và 2.60. Hãy xác định độ nhám của các bề mặt: $\phi 30H7$, $\phi 16H8$, mặt chuẩn A (hình 2.62); mặt $\phi 50H7$, $\phi 28H8$ và rãnh 16H9 (hình 2.62), rồi ghi ký hiệu trên bản vẽ.

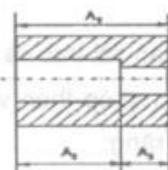
11. Cho chuỗi kích thước chi tiết như hình 2.61. Hãy giải chuỗi kích thước để xác định sai lệch và dung sai kích thước A_2 . Biết trình tự công nghệ gia công là A_1 , A_2 , với $A_1 = 100_{-0.1}; A_3 = 45^{+0.15}$.

12. Cho chuỗi kích thước chi tiết như hình 2.62. Hãy giải chuỗi kích thước để xác định sai lệch và dung sai kích thước A_2 . Biết trình tự công nghệ gia công là A_1 , A_2 , với $A_1 = 120_{-0.15}; A_3 = 40^{+0.16}$.

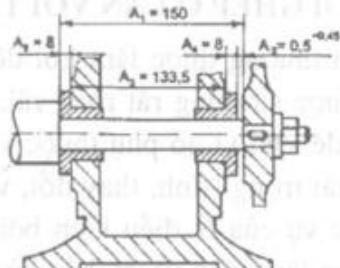
13. Cho chuỗi kích thước lắp như hình 2.63. Yêu cầu chung của bộ phận lắp (khâu khép kín) là $A_{\Sigma} = 0.5^{+0.45}$. Hãy giải chuỗi kích thước lắp để xác định sai lệch và dung sai cho các kích thước chi tiết A_1 , A_2 , A_3 , A_4 .



Hình 2.63



Hình 2.64



Hình 2.65

Chương 3

DUNG SAI LẮP GHÉP CỦA CÁC MỐI GHÉP THÔNG DỤNG

Mục tiêu

- Về kiến thức: Học sinh phải hiểu được hệ thống dung sai và lắp ghép theo TCVN trong lĩnh vực cơ khí, dây miền dung sai và sai lệch giới hạn trong các mối ghép thông dụng.
- Về kỹ năng: Phải biết cách chọn kiểu lắp và tìm ra được các trị số dung sai, sai lệch giới hạn trong các mối ghép thông dụng như ổ lăn, then, côn trơn. Biết cách sử dụng tiêu chuẩn dung sai lắp ghép ren, các bảng chuẩn dung sai của các thông số kiểm tra bánh răng và truyền động

Nội dung

- Mối ghép ổ lăn với trực và lỗ thân hộp
- Dung sai lắp ghép then và then hoa; Lắp ghép côn trơn; Mối ghép ren; Dung sai truyền động bánh răng;
- Thực hành mối ghép ổ lăn, then và dung sai truyền động bánh răng.

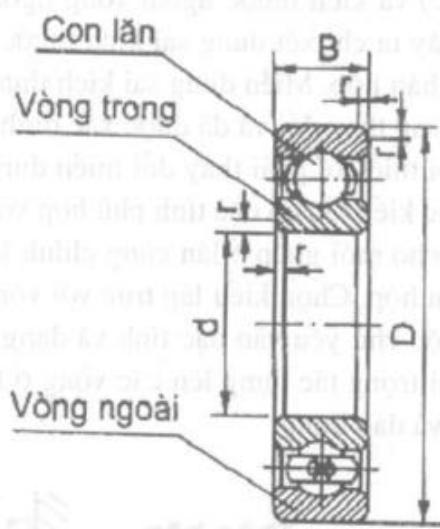
I. MỐI GHÉP Ổ LĂN VỚI TRỰC VÀ LỖ THÂN HỘP

Ổ lăn thường được làm gối đỡ trực trong hầu hết các ngành chế tạo máy nên nó được sử dụng rất rộng rãi. Nhưng chọn được loại ổ lăn hợp lý nhất là một vấn đề khó vì nó phụ thuộc vào nhiều yếu tố như trị số, phương chiều và đặc tính tải trọng (tĩnh, thay đổi, va đập...), vận tốc góc của vòng ổ quay, thời gian phục vụ của ổ, điều kiện bôi trơn... và các chỉ tiêu về kinh tế. Ngoài ra chất lượng làm việc và độ bền của ổ lăn còn phụ thuộc rất nhiều vào việc lắp ghép các vòng ổ vào trực và vỏ hộp, trong khi kiểu lắp ổ lăn trên trực và vỏ hộp lại phụ thuộc vào chế độ làm việc và dạng chịu tải của ổ...

Tuỳ theo điều kiện sử dụng cụ thể của máy hoặc bộ phận máy để chọn ổ lăn, trong số loại ổ thoả mãn về sử dụng nên chọn loại ổ rẻ nhất.

1. Cấp chính xác chế tạo ổ lăn

Ổ lăn là một bộ phận máy đã được tiêu chuẩn hoá và chế tạo hoàn chỉnh tại những cơ sở sản xuất chuyên môn. Trong quá trình thiết kế chế tạo máy chúng ta chỉ việc chọn những ổ có sẵn ấy và sử dụng. Cấu tạo ổ lăn chủ yếu bao gồm ba chi tiết: vòng trong, vòng ngoài và con lăn (hình 3.1). Kích thước cơ bản của ổ lăn xem bảng 10 phụ lục.



Hình 3.1. Cấu tạo ổ lăn

Theo TCVN 1418 - 85 ổ lăn được chế tạo theo 5 cấp chính xác, ký hiệu là: 0, 6, 5, 4, 2. Độ chính xác tăng dần từ 0 đến 2. Trong chế tạo cơ khí, đối với những bộ phận máy yêu cầu độ chính xác thấp như ổ lăn của băng chuyền, tời, gaông ... thường sử dụng ổ lăn cấp chính xác 0 và 6. Trong trường hợp cần độ chính xác quay cao, số vòng quay lớn thì sử dụng ổ có cấp chính xác 5 hoặc 4, chẳng hạn ổ trục chính máy mài, ổ trục động cơ cao tốc. Ổ cấp chính xác 2 được sử dụng khi yêu cầu độ chính xác đặc biệt cao. Cấp chính xác của ổ được ghi ký hiệu cùng với số hiệu ổ lăn, riêng với ổ cấp chính xác 0 thì không ghi ký hiệu cấp chính xác mà chỉ ghi số hiệu ổ lăn.

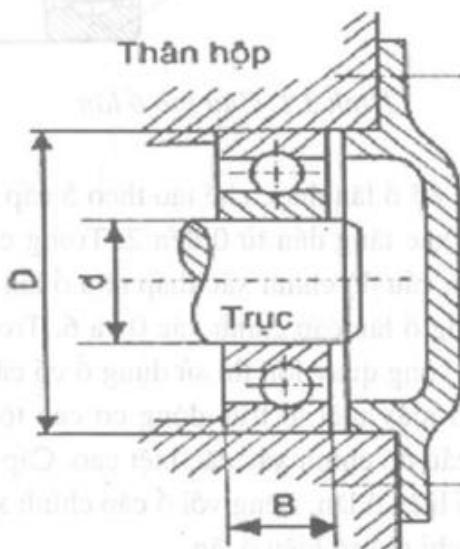
Ví dụ: Ổ 6 - 205 có nghĩa là ổ cấp chính xác 6 số hiệu 205.

Ô 305 có nghĩa là ổ cấp chính xác 0 số hiệu 305

Tùy theo cấp chính xác mà người ta quy định dung sai cho các thông số kích thước ổ theo tiêu chuẩn TCVN 1484 - 85. Khi sử dụng ổ lăn người thiết kế chỉ cần quyết định kiểu lắp của ổ lăn với trục và vỏ hộp, trên cơ sở đó mà quyết định dung sai chế tạo trục và vỏ hộp theo TCVN 2245 - 99 xem bảng 8 và 9 phụ lục.

2. Lắp ghép ổ lăn

Ổ lăn được lắp với bộ phận máy theo kích thước đường kính trong vòng trong d (lắp với trục) và kích thước ngoài vòng ngoài D (lắp với lỗ thân hộp), hình 3.2, vì vậy ở đây ta chỉ xét dung sai kích thước và lắp ghép của mỗi ghép ổ lăn với trục và lỗ thân hộp. 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 kỳ, dạng tải cục bộ và dao động.



Hình 3.2 Lắp ghép ổ lăn

- Dạng tải chu kỳ: Tải trọng lần lượt tác dụng lên khắp đường lăn của ổ và lặp lại sau mỗi chu kỳ quay của ổ. Vòng chịu tải chu kỳ 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 xê dịch đi, miền chịu lực thay đổi làm cho vòng lăn mòn đều hơn, nâng cao độ bền của ổ.

Miền dung sai kích thước trục và lỗ thân hộp được chọn tuỳ theo kết cấu ổ lăn, điều kiện làm việc và dạng tải trọng tác dụng lên vòng ổ lăn theo các bảng của TCVN 1482 - 85. Đối với các ổ lăn thông dụng cấp chính xác 0 và 6 có thể chọn theo bảng 3.1.

Bảng 3.1. Dung sai kích thước trục và lỗ

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; J _s 7
Dao động	h6; j _s 7; k6	J _s 6; J _s 7; K6; K7
Chu kỳ	j _s 6; k6; m6; n6	K7; M7; N7; P7

Ví dụ xác định trị số sai lệch giới hạn của cấp lắp ghép có ký hiệu trên bản vẽ $\phi 20k6$ và $\phi 52H7$: Tra trong bảng 8 và 9 phụ lục ta có:

$$\phi 20k6 \begin{cases} es = +15\mu m \\ ei = +2\mu m \end{cases} \quad \phi 52H7 \begin{cases} ES = +30\mu m \\ EI = 0 \end{cases}$$

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 đối với kích thước trục thì chọn các miền g5, h5, f6 và đối với kích thước lỗ thân hộp là G6, H6, J_s6 .

Với vòng chịu tải cục bộ, kích thước càng lớn thì chọn kiểu lắp có độ hở càng lớn. Ngược lại đối với những vòng chịu tải chu kỳ thì 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 $100 < d_N \leq 140$ mm, loại lớn khi $d_N > 140$ mm.

Ví dụ 3.1: Cho bộ phận lắp ổ lăn có trục quay, thân hộp đứng yên, tải trọng tác dụng lên ổ là tải trọng hướng tâm cố định phương. Ổ bi đỡ có số hiệu là 310, cấp chính xác 0.

Chọn miền dung sai kích thước trục và lỗ thân hộp lắp với ổ lăn.

Xác định trị số sai lệch giới hạn của các kích thước lắp ghép?

Giải:

- Trước hết ta phải xác định các thông số kích thước cơ bản của ổ lăn. Dựa vào số hiệu ổ là 310, tra bảng 10 - phụ lục ta được:

Đường kính trong vòng trong $d = 50$ mm

Đường kính ngoài vòng ngoài $D = 110$ mm

Chiều rộng ổ $B = 27$ mm

- Phân tích dạng tải trọng tác dụng lên các vòng ổ lăn:

Với điều kiện đã cho là trục quay, tải trọng hướng tâm cố định phương thì:

+ Vòng trong quay cùng với trục nên tải trọng lăn lượt tác dụng lên khắp đường lăn của ổ và lặp lại sau mỗi vòng quay của trục. Vậy dạng tải trọng của vòng trong là dạng tải chu kỳ.

+ Vòng ngoài đứng yên nên lực chỉ tác dụng lên một phần đường lăn. Dạng tải trọng của vòng ngoài là dạng tải cục bộ.

- Chọn miền dung sai:

+ Đối với kích thước trục: Trục lắp với vòng trong có kích thước danh nghĩa $d_N = 50$ mm, dạng tải chu kỳ, theo bảng 3.1 ta chọn miền dung sai kích thước trục là k_6 .

+ Đối với kích thước lỗ: Lỗ thân hộp lắp với vòng ngoài có kích thước danh nghĩa $D_N = 110$ mm, dạng tải cục bộ, theo bảng 3.1 ta chọn miền dung sai kích thước lỗ hộp là $H7$ (trong trường hợp cần tháo lắp thường xuyên thì ta chọn miền dung sai J_8).

- Sai lệch giới hạn ứng với các miền dung sai đã chọn, tra trong bảng 8 và 9 phụ lục.

$$\phi 50k6 \begin{cases} es = +18 \mu m \\ ei = +2 \mu m \end{cases}$$

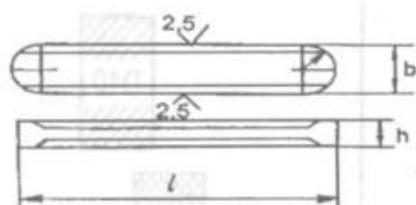
$$\phi 110 H7 \begin{cases} ES = +35 \mu m \\ EI = 0 \end{cases}$$

II. DUNG SAI LẮP GHÉP THEN VÀ THEN HOA

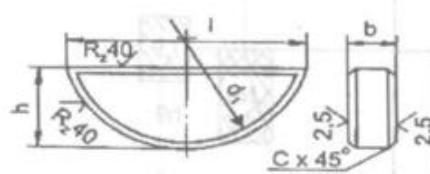
1. Dung sai lắp ghép then

1.1. Dung sai của then

Lắp ghép then là loại ghép tháo được nên sử dụng rất phổ biến, thường dùng để ghép các chi tiết lắp với trực như: Bánh răng, puli, tay quay... và thực hiện chức năng truyền mô men xoắn hoặc dẫn hướng chính xác khi các chi tiết cần di trượt dọc trực. Then có nhiều loại như then vát, then tiếp tuyến, then bằng và then bán nguyệt, nhưng dùng phổ biến nhất là then bằng và then bán nguyệt, hình 3.3.



a) Then bằng

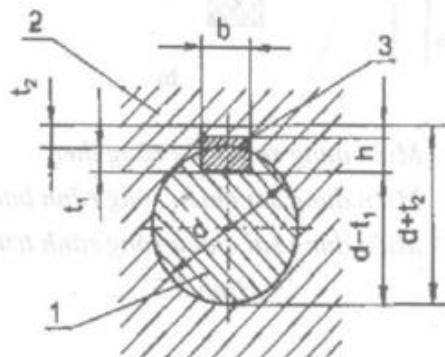


b) Then bán nguyệt

Hình 3.3

Dung sai kích thước và lắp ghép của then bằng và then bán nguyệt được quy định theo TCVN4216 ÷ 4218-86.

Xét trường hợp dùng then trong mối ghép bạc trên trực, hình 3.4. Trên hình vẽ chỉ dẫn tiết diện ngang của lắp ghép giữa then (3), bạc (2), trực (1) với ba kích thước lắp là chiều rộng b của then, chiều rộng b rãnh bạc và chiều rộng b của rãnh trên trực.

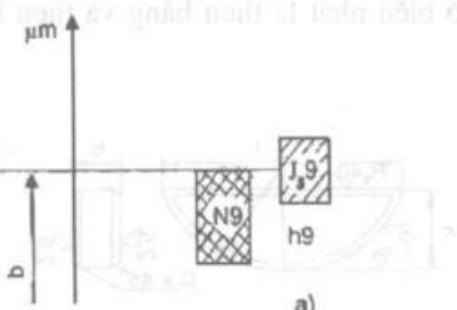


Hình 3.4

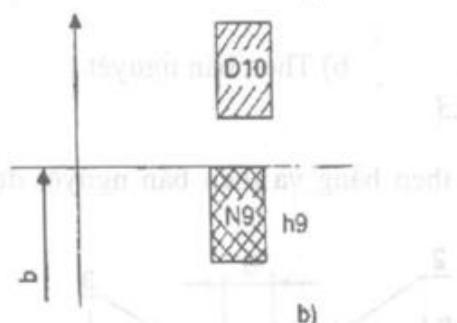
Với chức năng là truyền mô men xoắn và dẫn hướng, lắp ghép then được thực hiện theo bề mặt bên và theo kích thước b. Then lắp với rãnh trực và rãnh bạc (bánh răng hoặc bánh đai).

1.2. Lắp ghép then

Then thường được lắp cố định trên trục (kiểu lắp trung gian) và lắp động với bạc (kiểu lắp lỏng), theo kích thước lắp ghép b. Độ dôi của lắp ghép đảm bảo then không dịch chuyển khi sử dụng. Còn độ hở của lắp ghép để bù trừ cho sai số không tránh khỏi của rãnh và độ nghiêng của nó. Tuỳ theo chức năng của mối ghép then mà ta có thể chọn kiểu lắp tiêu chuẩn như sau:



a)



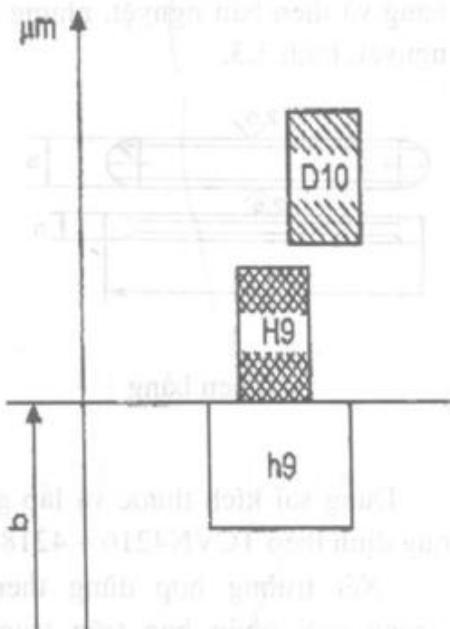
b)

- Miền dung sai chiều rộng then.

- Miền dung sai chiều rộng rãnh bạc

- Miền dung sai chiều rộng rãnh trục

Hình 3.5



h9

- Miền dung sai chiều rộng then.

- Miền dung sai chiều rộng rãnh bạc

- Miền dung sai chiều rộng rãnh trục

Hình 3.6

Trường hợp bạc cố định trên trục ta chọn kiểu lắp như sơ đồ hình 3.5a. Then lắp có độ dôi lớn với trục và có độ dôi nhỏ với bạc để tạo điều kiện tháo lắp dễ dàng.

Trường hợp then dẫn hướng, bạc di trượt dọc trục, ta chọn kiểu lắp như sơ đồ hình 3.5b. Then lắp với rãnh bạc có độ hở lớn, đảm bảo bạc dịch chuyển dọc

trục dễ dàng. Trường hợp mối ghép then có chiều dài lớn, $l > 2d$, ta chọn kiểu lắp như sơ đồ hình 3.6. Then lắp có độ hở với rãnh trục và rãnh bạc. Độ hở của lắp ghép nhằm bồi thường cho sai số vị trí rãnh then. Khi chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mối ghép then, cho phép phối hợp miễn dung sai của then với bất kỳ miễn dung sai nào của rãnh trục và bạc tùy theo đặc tính yêu cầu của mối ghép. Thông thường trong các mối ghép then được chọn như sau:

Miễn dung sai kích thước b của then được chọn là $h9$.

Miễn dung sai kích thước b của rãnh trục có thể chọn là $N9$ hoặc $H9$.

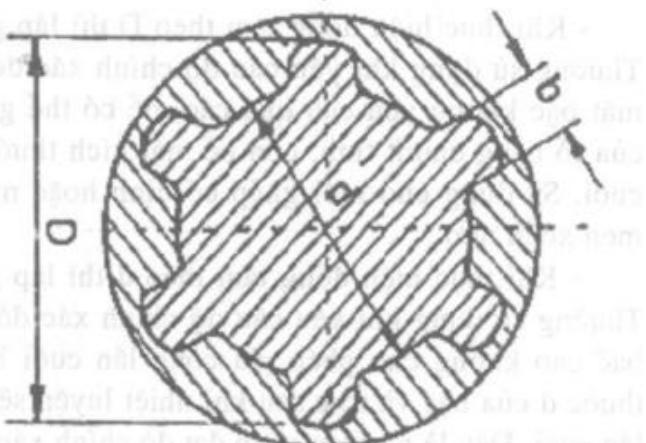
Miễn dung sai kích thước b của rãnh bạc có thể chọn là $j8$ hoặc $D10$.

2. Dung sai lắp ghép then hoa

2.1. Khái niệm

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 trong ngành chế tạo máy công cụ, ô tô, máy kéo... phổ biến nhất là mối ghép then hoa dạng răng chữ nhật, hình 3.7. Kích thước cơ bản của then hoa răng chữ nhật xem bảng 11-

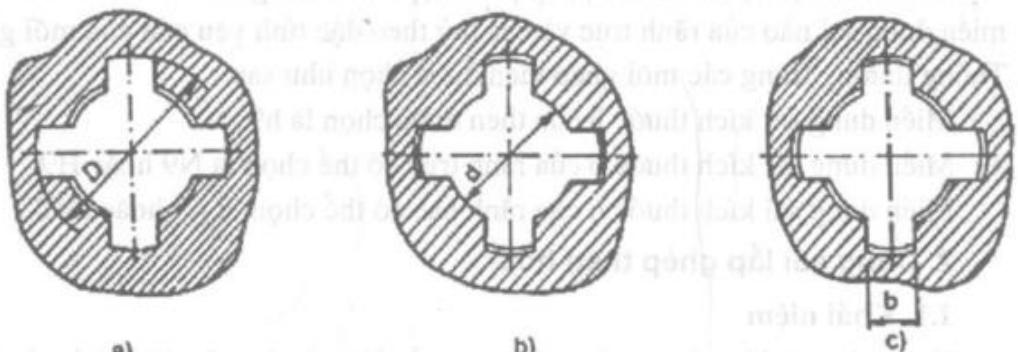


Hình 3.7 Mặt cắt ngang của mối ghép đàm bảo chức năng truyền lực

2.2. Dung sai kích thước

Lắp ghép then hoa được thực hiện theo hai trong ba yếu tố kích thước D , d và b . Để đảm bảo truyền lực (mô men xoắn) lắp ghép thực hiện theo kích thước b . Để đảm bảo làm đồng tâm hai chi tiết (bạc và trục then hoa), lắp ghép có thể thực hiện theo một trong ba kích thước D , d và b . Lắp ghép then hoa thực hiện

theo yếu tố kích thước nào là tùy thuộc vào việc chọn phương pháp làm đồng tâm hai chi tiết then hoa. Có thể thực hiện đồng tâm (định tâm) theo ba phương pháp sau:



Hình 3.8. Mặt cắt ngang của mối ghép đàm bảo độ đồng tâm

- Khi thực hiện đồng tâm theo D thì lắp ghép theo D và b (hình 3.8a). Thường sử dụng khi yêu cầu độ chính xác đồng tâm cao và khi độ rắn bề mặt bạc không yêu cầu quá cao, để có thể gia công bề mặt kích thước D của lỗ bằng chuốt tinh, còn bề mặt kích thước D của trục thì mài tinh lần cuối. Sử dụng cho mối ghép cố định hoặc mối ghép động khi truyền mô men xoắn nhỏ.

- Khi thực hiện đồng tâm theo d thì lắp ghép theo d và b (hình 3.8b). Thường sử dụng khi yêu cầu độ chính xác đồng tâm cao và độ rắn bề mặt bạc cao không cho phép gia công lần cuối bằng chuốt tinh. Bề mặt kích thước d của bạc và trục sau khi nhiệt luyện sẽ được gia công bằng mài tinh lần cuối. Đây là phương pháp đạt độ chính xác đồng tâm cao nhất nhưng giá thành cũng cao nhất.

- Khi thực hiện đồng tâm theo b thì lắp ghép chỉ theo b (hình 3.8c). Phương pháp này đạt độ chính xác đồng tâm thấp nên ít sử dụng. Chỉ sử dụng khi truyền mô men xoắn lớn và đổi chiều.

Tiêu chuẩn TCVN 2324 - 78 quy định dãy miền dung sai của các kích thước lắp ghép như trong bảng 3.2 và 3.3. Sai lệch giới hạn ứng với các miền dung sai tra theo TCVN 2245-99, bảng 8 và bảng 9 - phụ lục. Những miền dung sai có đóng khung là những miền dung sai sử dụng ưu tiên.

*Bảng 3.2. Miền dung sai các kích thước trực
then hoa răng chữ nhật TCVN 2324-78*

Cấp chính xác	Sai lệch cơ bản								
	d	e	f	g	h	j_s	k	m	n
5				g5		j_s5			
6				g6	(h6)	j_s6			n6
7			f7		h7	j_s7	k7		
8	d8	e8	f8		h8				
9	(d9)	e9	f9		h9				
10	d10				h10				

*Bảng 3.3. Miền dung sai các kích thước lỗ then hoa
răng chữ nhật*

Cấp chính xác	Sai lệch cơ bản					
	D	E	F	G	H	J_s
6						H6
7						H7
8			F8			H8
9	D9					
10	D10		F10			J_s10

Trị số sai lệch giới hạn của các miền dung sai cho các kích thước lắp ghép phụ thuộc vào các phương pháp làm đồng tâm hai chi tiết then hoa. Sự phối hợp các miền dung sai kích thước lỗ và trực then hoa có thể tạo thành một dãy các kiểu lắp thỏa mãn chức năng sử dụng của mối ghép then hoa, bảng 12 + 15 phụ lục.

Ví dụ chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mối ghép then hoa giữa bánh răng với trực có kích thước danh nghĩa là $6 \times 13 \times 16$ ($z \times d \times D$). Bánh răng cố định trên trực và thực hiện đồng tâm theo bề mặt kích thước D.

Với điều kiện đã cho: Bánh răng cố định trên trực và thực hiện đồng tâm theo bề mặt kích thước D. Tra bảng 12 đến 15 - phụ lục ta chọn kiểu lắp như sau:

- Kiểu lắp theo yếu tố đồng tâm D: $\phi 16 \frac{H7}{j_s 6}$
- Kiểu lắp theo bề mặt bên b: $3,5 \frac{F8}{j_s 7}$.

2.3. Ghi ký hiệu lắp ghép then hoa trên bản vẽ

Trên bản vẽ có mặt cắt ngang của mối ghép thì lắp ghép then hoa được ký hiệu giống như các lắp ghép bề mặt tròn. Trong trường hợp không thể hiện mặt cắt ngang thì ghi ký hiệu như sau:

Ví dụ: $d - 8.36 \frac{H7}{f7} . 40 \frac{H12}{a11} . 7 \frac{F10}{f9}$

Theo ký hiệu lần lượt là:

Thực hiện đồng tâm theo kích thước bề mặt d;

Số răng then hoa z = 8;

Lắp ghép theo yếu tố đồng tâm d là $\phi 36 H7/f7$;

Bề mặt không thực hiện đồng tâm D có kích danh nghĩa là 40 mm, miền dung sai kích thước D của bạc then hoa là H11, miền dung sai kích thước D của trực là a11;

Kiểu lắp theo bề mặt bên b là 7 F10/f9.

Từ ký hiệu lắp ghép trên ta có thể ghi ký hiệu trên bản vẽ chi tiết như sau:

- Trên bản vẽ bạc then hoa:

$d - 8 . 36H7 . 40H12 . 7F10$

- Trên bản vẽ trực then hoa:

$d - 8 . 36f7 . 40a11 . 7f9$

Ví dụ 3.2: Cho mối ghép then hoa giữa bánh răng với trực có kích thước danh nghĩa là: $8 \times 36 \times 42$, ($z \times d \times D$). Bánh răng cố định trên trực và thực hiện đồng tâm theo bề mặt kích thước D.

- Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mối ghép rồi ghi ký hiệu trên bản vẽ.
- Tra các sai lệch giới hạn của kích thước và biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép.

Giải:

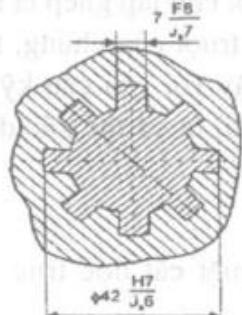
Dựa vào các kích thước $z \times d \times D$, theo bảng 11 - phụ lục ta tra được kích thước danh nghĩa của b: $b_N = 7$ mm. Như vậy ta có: $d_N = 36$ mm, $D_N = 42$ mm, $b_N = 7$ mm.

- Với điều kiện đã cho: Bánh răng cố định trên trục, thực hiện đồng tâm theo D ta chọn kiểu lắp như sau:

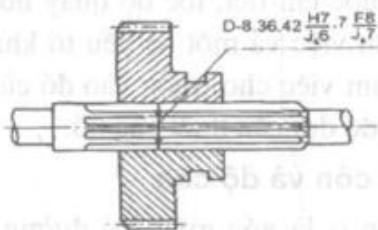
Kiểu lắp theo yếu tố đồng tâm D: $\phi 42 \frac{H7}{j_s 6}$

Kiểu lắp theo bề mặt bên b: $\frac{7F8}{j_s 7}$

- Ký hiệu sai lệch kích thước và lắp ghép được ghi trên bản vẽ, có thể theo hai phương án như hình 3.9 và 3.10.



Hình 3.9



Hình 3.10

- Sai lệch giới hạn các kích thước tra theo bảng 8 và bảng 9 - phụ lục.

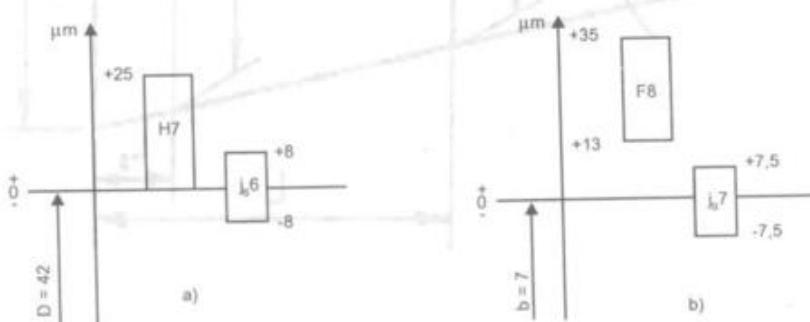
$$\phi 42 H7 \begin{cases} ES = +25 \mu m \\ EI = 0 \end{cases}$$

$$\phi 42 j_s 6 \begin{cases} es = +8 \mu m \\ ei = -8 \mu m \end{cases}$$

$$7F8 \begin{cases} ES = +35 \mu m \\ EI = +13 \mu m \end{cases}$$

$$7 j_s 7 \begin{cases} es = +7,5 \mu m \\ ei = -7,5 \mu m \end{cases}$$

- Sơ đồ phân bố miền dung sai của các lắp ghép được biểu diễn trên hình 3.11



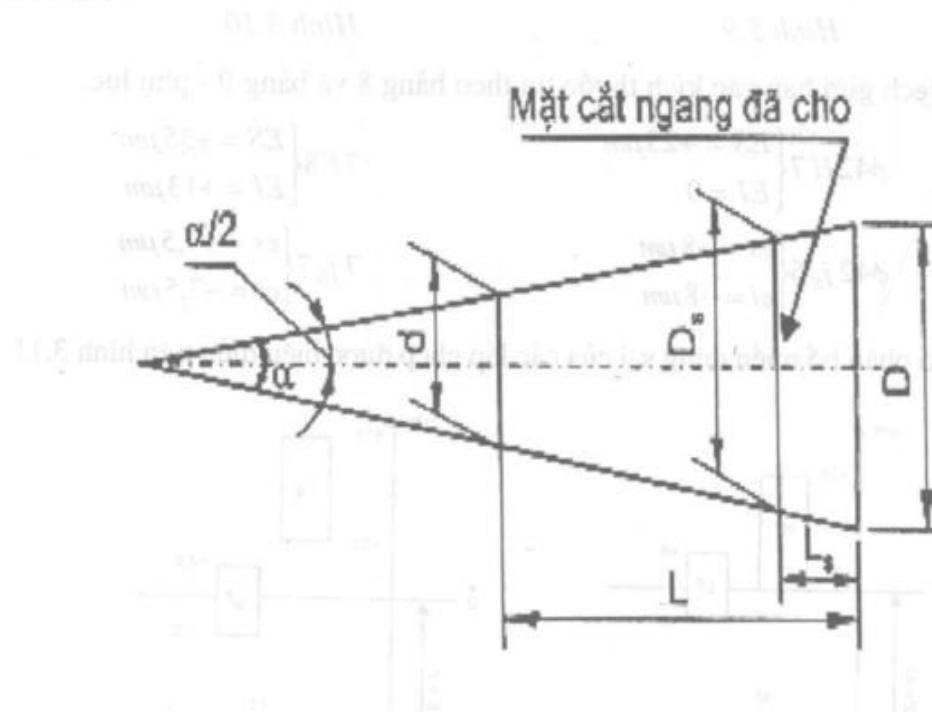
Hình 3.11

III. LẮP GHÉP CÔN TRƠN

Mỗi ghép côn trơn chiếm một số lượng lớn trong hầu hết các máy là nhờ các tính chất ưu việt của chúng như: độ kín, độ bền cao, có thể dễ dàng điều chỉnh khe hở và độ dôi nhờ sự thay đổi vị trí dọc trực 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. Lắp ghép côn trơn được thực hiện dựa theo hai bề mặt là bề mặt bao và bề mặt bị bao, cho nên đặc tính của mỗi ghép côn trơn là lắp ghép có độ hở, lắp ghép có độ dôi và lắp ghép khít tùy thuộc vào sự biến đổi của loạt kích thước lõi và kích thước trực. Việc quyết định độ hở hoặc độ dôi cho lắp ghép là tuỳ thuộc vào kích thước chi tiết, tốc độ quay hoặc tốc độ di trượt của chúng, tải trọng, nhiệt độ làm việc và một số yếu tố khác nữa. Vì vậy với yêu cầu kỹ thuật và điều kiện làm việc cho trước nào đó của mỗi ghép thì ta có thể xác định được độ hở hoặc độ dôi cần thiết của nó.

1. Góc côn và độ côn

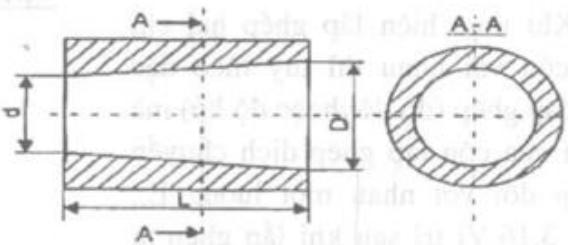
Góc côn α là góc giữa hai đường sinh trong mặt cắt dọc trực của côn, hình 3.12.



Hình 3.12 Sơ đồ biểu diễn góc côn

Độ côn, C: là tỉ số của hiệu đường kính hai mặt cắt ngang với khoảng cách giữa chúng là L. Đối với côn cụt, hình 3.13 nó là tỉ số của hiệu đường kính đáy lớn và đáy nhỏ với chiều dài côn:

$$C = \frac{D-d}{L} = 2 \tan \frac{\alpha}{2} \quad (3.1)$$



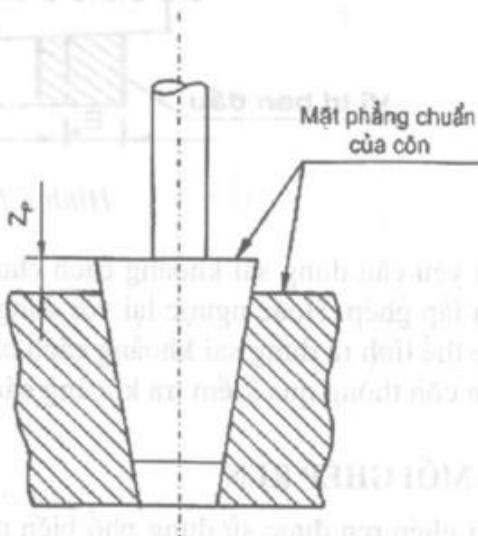
Hình 3.13. Sơ đồ biểu diễn độ côn

2. Lắp ghép côn trơn

Tùy theo đặc tính lắp ghép mà lắp ghép côn trơn được phân làm ba loại: lắp ghép có độ dôi (lắp cố định), lắp ghép 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 các chi tiết côn trơn được xác định so với mặt phẳng chuẩn đã chọn, hình 3.14.

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 côn đã cho so với côn lắp ghép với nó được xác định bằng khoảng cách chuẩn, Z_p . Khoảng cách chuẩn Z_p , hình

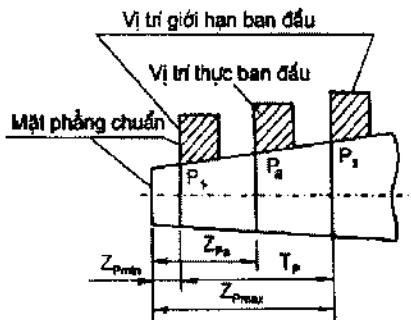


Hình 3.14. Lắp ghép côn trơn

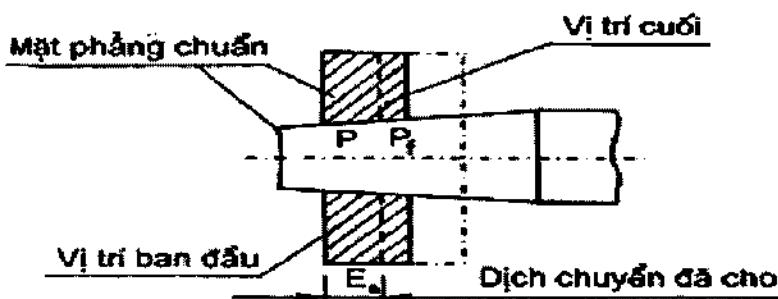
3.14, là khoảng cách giữa các mặt chuẩn của côn lắp ghép do theo hướng trục của côn. Tương ứng với các kích thước giới hạn của các thông số côn ta cũng có các khoảng cách chuẩn giới hạn: Z_{pmax} , Z_{pmin} . Dung sai khoảng cách chuẩn T_p , được tính như sau: $T_p = Z_{pmax} - Z_{pmin}$ (3.2)

$Z_{P_{\max}}$, $Z_{P_{\min}}$ - khoảng cách chuẩn giới hạn ở vị trí ban đầu của côn lắp ghép, hình 3.15

Khi thực hiện lắp ghép hai chi tiết côn với nhau 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 3.16. Vị trí sau khi lắp ghép ta gọi là vị trí cuối của côn, P_f .



Hình 3.15



Hình 3.16

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

IV. MỐI GHÉP REN

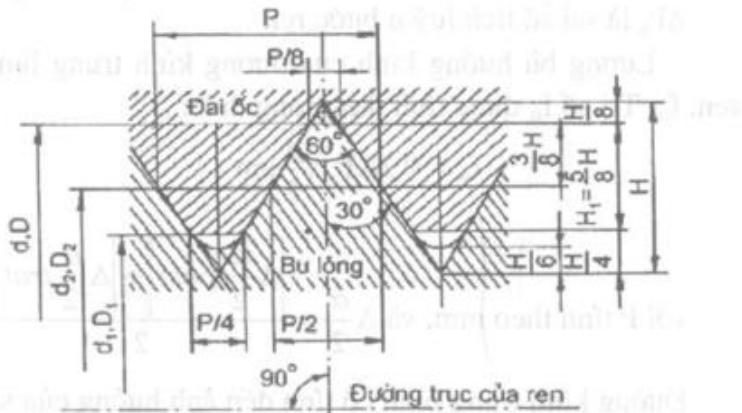
Mối ghép ren được sử dụng phổ biến để nối ghép các chi tiết với nhau, để kẹp chặt chi tiết (đai ốc vặn vào bu lông), để truyền chuyển động và truyền lực (vít me đai ốc trong máy công cụ, vít đai ốc trong ê tô, kích), hiện nay có tới 60% số chi tiết máy dùng ren. Tuỳ theo dạng ren mà người ta phân ra: mối ghép ren dạng răng tam giác, hình thang, chữ nhật vv...

Theo chức năng mối 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).

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 3.17 là mặt cắt dọc theo trục ren để thể hiện profil ren của mối ghép. Chi tiết bao là đai ốc, chi tiết bị bao là bu lông (vít). Ren đai ốc cùn 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 profil ren α .



d - đường kính ngoài của ren ngoài (bu lông)

D - đường kính ngoài của ren trong (đai ốc)

d_1 - đường kính trung bình của ren ngoài

D_1 - đường kính trung bình của ren trong

d_2 - đường kính trung bình của ren ngoài

D_2 - đường kính trung bình của ren trong

P - bước ren

α - góc profil ren ($\alpha = 60^\circ$ với ren hệ mét, $\alpha = 55^\circ$ với ren hệ Anh)

H - chiều cao của profil gốc

H_1 - chiều cao làm việc của profil ren

S - chiều dài vặn ren nhóm ngắn

N - chiều dài vặn ren nhóm bình thường

L - chiều dài vặn ren nhóm dài.

Hình 3.17. Mặt cắt dọc theo trục ren

1.1. Dung sai kích thước ren

Khác với lắp ghép trụ tròn, ảnh hưởng đến tính lắp lắn của ren không chỉ có kích thước đường kính mà còn cả bước ren (p) và góc profil ren (α). Nhưng khi phân tích ảnh hưởng sai số bước ren và góc profil 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:

$$f_p = 1,732, \Delta P_n \quad (3.3)$$

ΔP_n là sai số tích luỹ n bước ren

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

$$f_\alpha = 0,36.P.\Delta \frac{\alpha}{2} \mu\text{m} \quad (3.4)$$

với P tính theo mm, và $\Delta \frac{\alpha}{2} = \frac{\left| \Delta \frac{\alpha}{2} phai \right| + \left| \Delta \frac{\alpha}{2} trai \right|}{2}$ (phút góc)

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

$$d'_2 = d_{2th} + f_p + f_\alpha, \text{ đối với ren vít} \quad (3.5)$$

$$D'_2 = d_{2th} + f_p + f_\alpha, \text{ đối với ren đai ốc} \quad (3.6)$$

Như vậy để đảm bảo tính đối lẫn của ren, tiêu chuẩn chỉ quy định dung sai kích thước đường kính ren: d_2, d đối với ren vít và D_2, D_1 đối với ren đai ốc tùy theo cấp chính xác chế tạo ren.

1.2. Cấp chính xác chế tạo ren

Tuỳ thuộc vào cấp chính xác chế tạo ren mà trị số dung sai đường kính ren ứng với các cấp chính xác khác nhau tra theo bảng TCVN 1917 - 93 và được chỉ dẫn trong bảng 3.4

Bảng 3.4. 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

1.3. Lắp ghép ren

Lắp ghép ren cũng có đặc tính là lắp ghép có độ hở, lắp ghép có độ dôi và lắp ghép trung gian. Trong phạm vi môn học này chỉ giới thiệu lắp ghép ren có độ hở. Lắp ghép có độ hở được sử dụng chủ yếu đối với ren kẹp chặt và ren truyền động.

*Bảng 3.5. Miền dung sai kích thước ren
(lắp ghép ren có độ hở)*

Loại chính xác	Chiều dài vặn ren							
	S	N				L		
	Miền dung sai ren ngoài							
Chính xác	(3h4h)				4g	4h		(5h4h)
Trung bình	5g6g	(5h6h)	6d	6e	6f	6g	6h	(7e6e)
Thô					8g	(8h)		
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. Miền dung sai được ưu tiên sử dụng

2. () Miền dung sai hạn chế sử dụng

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

Miền dung sai ứng với các cấp chính xác và các sai lệch cơ bản được quy định theo TCVN 1917 - 93 và được chỉ dẫn trong bảng 3.5.

Đặc tính của lắp ghép phụ thuộc vào sự phối hợp giữa miền dung sai kích thước đai ốc và kích thước bu lông. Giá trị sai lệch giới hạn các kích thước ren ứng với các miền dung sai được quy định theo TCVN 1917 - 93 và được chỉ dẫn trong bảng 16 và bảng 17 phụ lục.

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

- Trên bản vẽ lắp: Lắp ghép ren cũng được ký hiệu dưới dạng phân số sau ký hiệu ren, tử số ký hiệu miền dung sai ren trong, mẫu số ký hiệu miền dung sai ren ngoài.

Ví dụ: M12 x 1 – 6H7H/7g6g

Theo 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 là 6H (cấp chính xác 6, sai lệch cơ bản H), miền dung sai đường kính trong D_1 là 7H (cấp chính xác 7, sai lệch cơ bản H).

Miền dung sai đường kính trung bình d_2 là 7g (cấp chính xác 7, sai lệch cơ bản g), miền dung sai đường kính ngoài d là 6g (cấp chính xác 6, sai lệch cơ bản g).

- Trên bản vẽ chi tiết: Từ ký hiệu lắp ghép trên ta có thể ghi ký hiệu trên bản vẽ chi tiết như sau:

M12 x 1 - 6H7H, đối với ren đai ốc

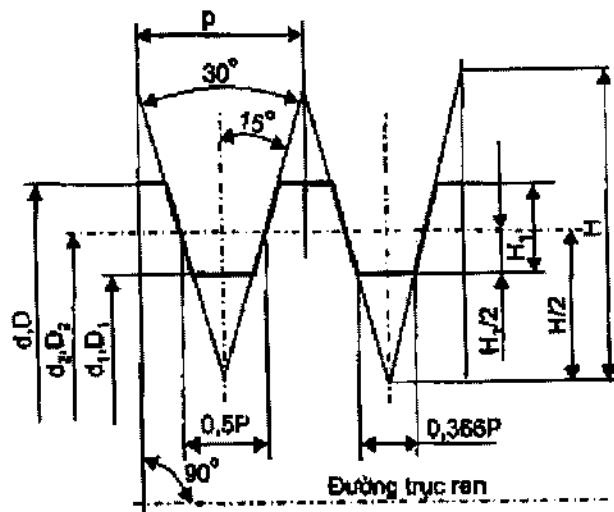
M12 x 1 - 7g6g, đối với ren vít

2. Dung sai lắp ghép ren hình thang

Mỗi 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.

2.1. Các thông số kích thước cơ bản của ren

Prôfin 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 3.18.



Hình 3.18. Các thông số kích thước cơ bản của ren vít và đai ốc

2.2. Dung sai lắp ghép ren

Sai lệch cơ bản và cấp chính xác của kích thước ren được quy định theo TCVN 4683 - 89 và 2255 - 77 và chỉ dẫn trong bảng 3.6

Bảng 3.6. 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.

Tuỳ thuộc vào yêu cầu về mức độ chính xác và chiều dài vặn ren của mỗi ghép mà ta có các kiểu lắp và miền dung sai khác nhau. Đối với ren hình thang TCVN 4683 - 89 quy định 3 loại chính xác: chính xác, trung bình, thô và 2 loại chiều dài vặn ren: bình thường (N) và dài (L) được chỉ dẫn trong bảng 3.7 và 3.8.

*Bảng 3.7. Miền dung sai kích thước ren
(ren hình thang một đầu mối)*

Loại chính xác	Vít		Đai ốc	
	Chiều dài vặn 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

Bảng 3.8. Miền dung sai kích thước ren
(ren hình thang nhiều đầu mối)

Loại chính xác	Vít		Đai ốc	
	Chiều dài vặn 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 trong khung được sử dụng ưu tiên				

Trị số dung sai kích thước ứng với các cấp chính xác và trị số các sai lệch cơ bản được quy định theo TCVN 4683 – 89 cho trong các bảng 18 ÷ 21- phụ lục.

2.3. Ghi ký hiệu ren trên bản vẽ

Tương tự như ren hệ mét, sai lệch và dung sai kích thước chi tiết ren hình thang được ký hiệu theo thứ tự như sau.

Ví dụ: Tr.20 x 4 - 7e, đối với ren ngoài, (vít)

Tr.20 x 4 - 7H, đối với ren trong (đai ốc)

Theo ký hiệu lần lượt là:

Tr - chỉ ren hình thang,

20 - đường kính danh nghĩa $d_N = 20 \text{ mm}$,

4 - bước ren $p = 4$.

7e - miền dung sai ren ngoài là 7 e,

7H - miền dung sai ren trong là 7H.

Nếu là ren trái thì thêm chữ "LH" sau giá trị bước, ví dụ: Tr.20 x 4 LH - 7e.

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

Ví dụ: Tr.20 x 4 (P2) - 8e

Theo ký hiệu lần lượt là: Tr - chỉ ren hình thang, đường kính danh nghĩa $d_N = 20 \text{ mm}$, có bước vít là 4 mm, bước ren là 2 mm (đây là ren hình thang hai đầu mối), miền dung sai ren ngoài là 8 e.

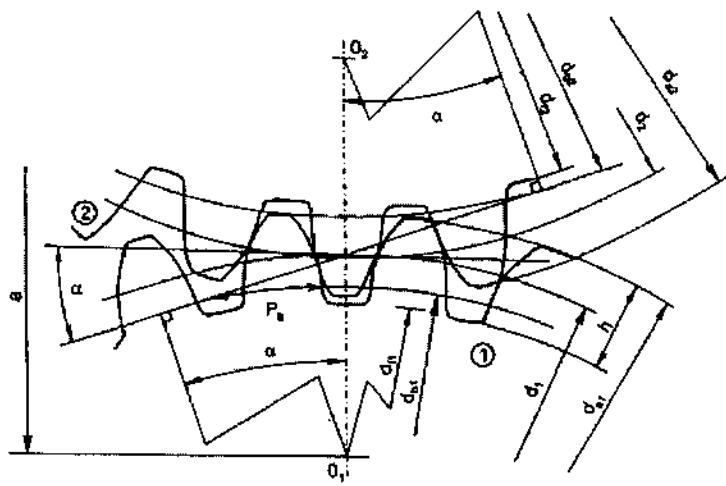
Trên bản vẽ lắp, lắp ghép ren cũng được ký hiệu dưới dạng phân số, tử số ký hiệu miền dung sai ren đai ốc (ren trong) còn mẫu số ký hiệu miền dung sai ren vít (ren ngoài). Ví dụ Tr.20 x 4 - 7H/7e.

V. 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 xiclôit,. Trong phạm vi môn học này ta chỉ xét bánh trụ răng thẳng với prôfin răng dạng thân khai.

1. Thông số kích thước

m – môđun của răng	d_r – đường kính vòng chân răng
z – số răng bánh răng	d_a – đường kính vòng đỉnh răng
α - góc ăn khớp của truyền động	d_b – đường kính vòng cơ bản
β - góc nghiêng của hướng răng	h - chiều cao của răng
p – bước răng	b – chiều rộng bánh răng
p_b – bước răng trên vòng cơ bản	w – khoảng pháp tuyến chung
d - đường kính vòng chia của bánh răng	a – khoảng cách tâm hai bánh răng trong truyền động



Hình 3.19. Các thông số kích thước cơ bản

2. Yêu cầu kỹ thuật

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

2.1. Truyền động chính xác

Yêu cầu chủ yếu của các truyền động này là sự phối hợp chính xác về góc quay của bánh dẫn và bánh bị dẫn của truyền động. Ví dụ truyền động bánh răng của các xích động học chính xác trong các dụng cụ đo hoặc trong máy cắt kim loại, xích phân độ của máy gia công bánh răng, xích cắt ren của máy tiện ren... Bánh răng trong truyền động này thường có môđun nhỏ, chiều dài răng không lớn, làm việc với tải trọng và tốc độ nhỏ.

2.2. Truyền động tốc độ cao

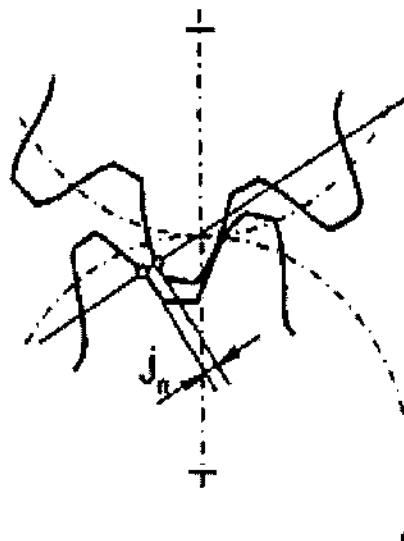
Yêu cầu chủ yếu của nhóm truyền động này là bánh răng phải có tốc độ quay ổn định, không có sự thay đổi tức thời về tốc độ gây va đập và ôn. Ví dụ truyền động trong các hộp tốc độ của động cơ ô tô, tua bin, vv... Bánh răng trong truyền động thường có môđun trung bình, chiều dài răng lớn, tốc độ vòng của bánh răng có thể đạt tới 120 - 150 m/s, công suất truyền động tới 40.000 kW.

2.3. Truyền động công suất lớn

Yêu cầu chủ yếu của các truyền động này là mức tiếp xúc mặt răng lớn, đặc biệt là tiếp xúc theo chiều dài răng. Mức tiếp xúc mặt răng đảm bảo độ bền của răng khi truyền mô men xoắn. Ví dụ truyền động bánh răng trong máy cán thép, trong các cơ cấu nâng hạ như cần trực, cầu trực, ba lăng... Bánh răng trong truyền động thường có môđun lớn và chiều dài răng lớn.

2.4. Độ hở mặt bên

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 3.20. Bất kỳ bộ truyền bánh răng nào cũng yêu cầu độ hở mặt bên để tạo điều kiện bôi trơn mặt răng, bôi thường cho sai số giãn nở nhiệt, sai số do gia công và lắp ráp, tránh hiện tượng kẹt răng. Như vậy tuỳ theo chức năng sử dụng mà đề ra yêu cầu chủ yếu đối với truyền động bánh răng, đối với bất kỳ truyền động bánh răng nào cũng đòi hỏi cả 4 yêu cầu trên, 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 các hộp tốc độ thì yêu cầu chủ yếu là “mức làm việc êm” và nó phải ở mức cao hơn mức chính xác động học và tiếp xúc.



Hình 3.20. Biểu diễn đại lượng mức khe hở cạnh răng

3. Đánh giá mức chính xác

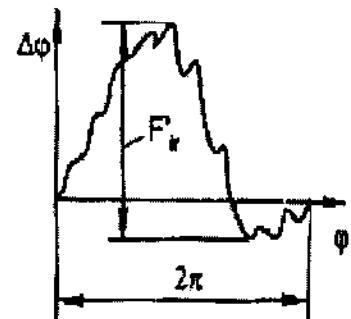
Mức chính xác của truyền động bánh răng được đánh giá thông qua các mức chính xác yêu cầu của truyền động: mức chính xác động học, mức làm việc êm, mức tiếp xúc mặt răng và mức độ hở mặt bên.

3.1. Đánh giá mức chính xác động học

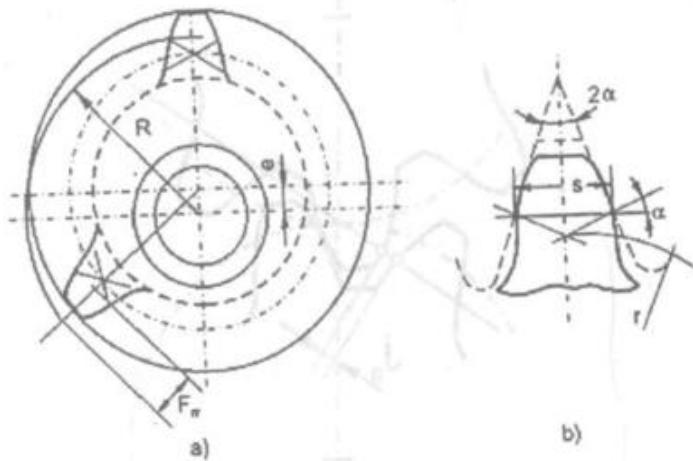
Mức chính xác động học được đánh giá bằng chính sai số động học của bánh răng ký hiệu là F_{ir} . Đó là sai số lớn nhất về góc quay của bánh răng trong phạm vi một vòng quay khi nó ăn khớp với bánh mẫu chính xác, hình 3.21. Sai số động học là tổng hợp ảnh hưởng của tất cả các loại sai số gia công đến mức chính xác động học “chỉ tiêu tổng hợp”.

Mức chính xác động học còn có thể được đánh giá thông qua các thông số F_m , F_{ir} , F_{pr} , F_{wr} , F_{cr} như sau:

- Độ đảo đường kính của vành răng, F_{ir} : Là hiệu lớn nhất khoảng cách từ tâm quay bánh răng đến đoạn thăng chia (s) của prôfin gốc danh nghĩa, đặt trên răng hay rãnh răng, trong giới hạn vành răng của bánh răng, hình 3.22.



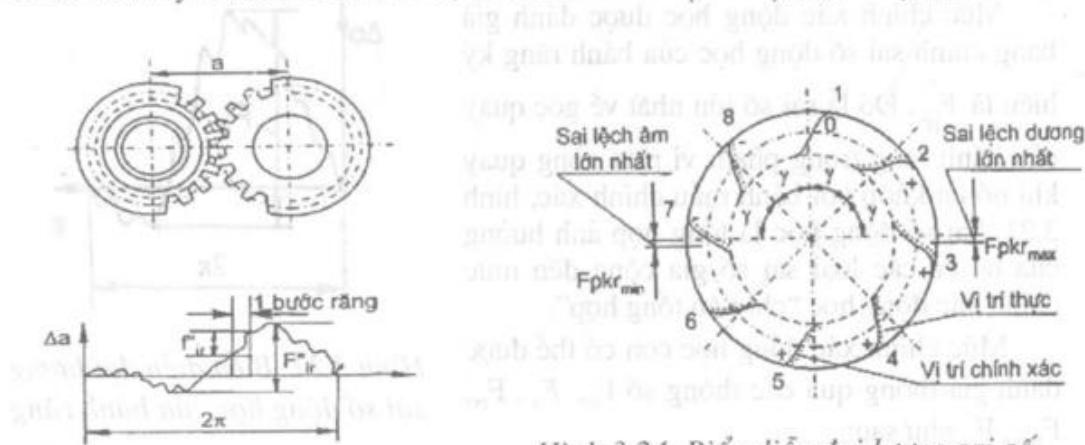
Hình 3.21. Biểu diễn đại lượng sai số động học của bánh răng



Hình 3.22. Biểu diễn đại lượng độ đảo hướng kính của vành răng

- Độ dao động khoảng cách tâm đo sau một vòng, F_{ir}^* : là sự thay đổi lớn nhất của khoảng cách tâm (a) giữa bánh răng có sai số (bánh răng đo) và bánh răng mẫu chính xác ăn khớp khít với nhau khi quay bánh răng đo đi một vòng, hình 3.23.

- Sai số tích luỹ bước răng, F_{pr} là hiệu đại số lớn nhất của các giá trị sai số tích luỹ k bước răng với tất cả các giá trị k từ 2 đến $\frac{z}{2}$. Chẳng hạn trường hợp k = $\frac{z}{2}$ thì sai số tích luỹ k bước như biểu thị trên hình 3.24. $F_{pr} = F_{prk \max} - F_{prk \min}$ (3.7)



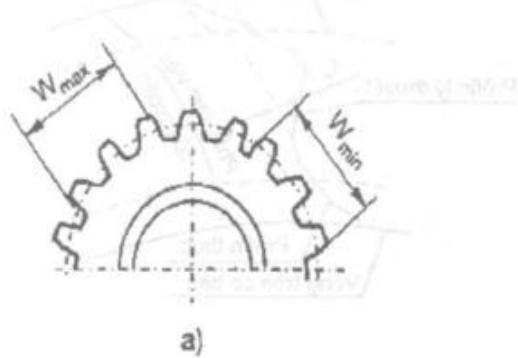
Hình 3.23. Biểu diễn độ dao động khoảng cách tâm đo

Hình 3.24. Biểu diễn đại lượng sai số tích luỹ bước răng

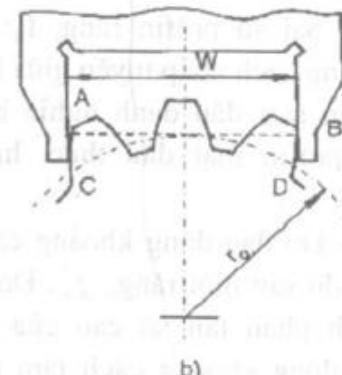
- Độ dao động khoảng pháp tuyến chung, F_{vwr} . Sự dịch chuyển prôfin răng theo hướng tiếp tuyến trực tiếp gây ra độ dao động khoảng pháp tuyến chung, trong phạm vi một vòng quay của bánh răng, hình 3.25a.

$$F_{vwr} = W_{\max} - W_{\min} \quad (3.8)$$

Pháp tuyến chung, W là khoảng cách giữa hai mặt phẳng song song tiếp xúc với 2 prôfin khác tên, hình 3.25b.



a)



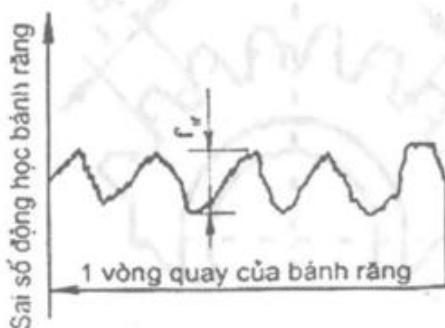
b)

Hình 3.25. Biểu diễn đại lượng độ dao động khoảng pháp tuyến chung

- Sai số lăn răng, F_{cr} : Là sai số động học của xích bao hình của máy cắt răng. Đó là sai số lớn nhất về góc quay, giữa bánh răng gia công và dụng cụ cắt răng, tính bằng giây góc. Người ta có thể đo trực tiếp giá trị sai số lăn (F_{cr}) trên máy cắt răng.

3.2. Đánh giá mức làm việc êm

Mức chính xác làm việc êm được đánh giá bằng “sai số động học cục bộ” của bánh răng, f_{ir} : là hiệu số lớn nhất giữa các giá trị lớn nhất và nhỏ nhất kế tiếp nhau của sai số động học cục bộ của bánh răng, hình 3.26. Sai số động học cục bộ là thành phần tần số cao của sai số động học. Nó chính là sự thay đổi tốc độ



Hình 3.26. Biểu diễn đại lượng sai số động học cục bộ

góc tức thời, sinh gia tốc, gây va đập và ồn. Sai số động học cục bộ thể hiện tổng hợp ảnh hưởng của các sai số gia công đến mức làm việc êm “chỉ tiêu tổng hợp”.

Mức chính xác làm việc êm còn có thể được đánh giá thông qua các thông số f_{fr} , f_{ir} , f_{ptr} , f_{phr} , như sau:

- Sai số prôfin răng, f_{fr} : là khoảng cách pháp tuyến giữa hai prôfin mặt đầu danh nghĩa bao lấy prôfin mặt đầu thực, hình 3.27.

- Độ dao động khoảng cách tâm đo sau một răng, f_{ir} . Đó là thành phần tần số cao của độ dao động khoảng cách tâm đo, hình 3.23.

- Sai lệch bước răng, f_{ptr} : Là hiệu giữa hai bước vòng bất kỳ trên một vòng tròn của bánh răng, hình 3.28.

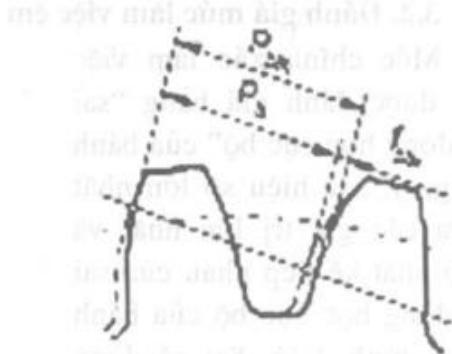
- Sai lệch bước cơ sở, f_{phr} : Là hiệu giữa bước cơ sở thực và danh nghĩa, đo trong mặt phẳng thẳng góc với hướng răng, hình 3.29.



Hình 3.27. Biểu diễn đại lượng sai số prôfin răng



Hình 3.28. Biểu diễn đại lượng sai lệch bước răng



Hình 3.29. Biểu diễn đại lượng sai lệch bước cơ sở

3.3. Đánh giá “mức tiếp xúc mặt răng”

Mức chính xác tiếp xúc được đánh giá bằng chính vết tiếp xúc mặt răng của bánh răng trong truyền động. Vết tiếp xúc là phần làm việc của mặt răng có tiếp xúc với răng của bánh răng thứ 2 trong cặp truyền, sau khi quay cặp truyền động có tải, hình 3.30.

Vết tiếp xúc được đánh giá theo hai chiều:

$$\text{Theo chiều cao: } \frac{h_m}{h_p} 100\%; \quad \text{Theo chiều dài: } \frac{(a - c) \cos \beta}{B} 100\%$$

Ở đây: h_m - chiều cao trung bình của vết tiếp xúc

h_p - chiều cao làm việc của răng

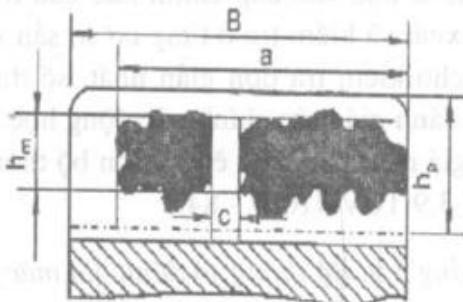
B - chiều rộng bánh răng

β - góc nghiêng của răng, với bánh răng thẳng thì $\cos \beta = 1$

Mức chính xác tiếp xúc cũng có thể được đánh giá thông qua các thông số khác, ví dụ:

- Sai số hướng răng, $F_{\beta r}$, là khoảng cách giữa hai đường thẳng hoặc đường xoắn (khi răng nghiêng) lý thuyết nằm trên hình trụ đi qua giữa chiều cao răng và kẹp lấy hướng răng thực, hình 3.31.

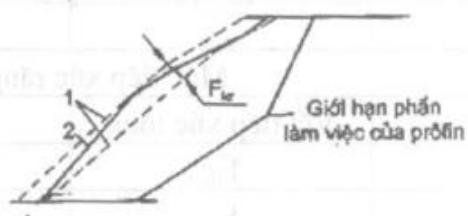
- Sai số hình dạng và vị trí của đường tiếp xúc, F_{kr} , là khoảng cách pháp tuyến giữa hai đường thẳng (1) nằm trong mặt phẳng tiếp tuyến với hình trụ cơ sở, song song với đường tiếp xúc danh nghĩa và kẹp lấy đường tiếp xúc thực (2), hình 3.32.



Hình 3.30. Vết tiếp xúc mặt răng



Hình 3.31. Sai số hướng răng



Hình 3.32. Sai số hình dạng và vị trí của đường tiếp xúc

Trong thiết kế chế tạo bánh răng, để chọn bộ thông số đánh giá mức chính xác người ta dựa vào cấp chính xác của truyền động, đồng thời dựa vào điều kiện sản xuất và kiểm tra ở từng cơ sở sản xuất. Chọn bộ thông số cần phải kết hợp sao cho kiểm tra đơn giản nhất, số dụng cụ sử dụng ít nhất, ví dụ: chọn thông số đánh giá mức chính xác động học là F_r'' , thì sử dụng ngay thông số f_r'' để đánh giá mức làm việc êm. Chọn bộ thông số kiểm tra bánh răng có thể dựa vào bảng 3.9 TCVN1067 - 84.

Bảng 3.9. Bộ thông số đánh giá mức chính xác của bánh răng trụ

Số bộ	Thông số đánh giá, kí hiệu	Dung sai – kí hiệu	Cấp chính xác khi $m \geq 1$
Mức chính xác động học			
1	F_r'	F_i'	3 – 8
2	F_{pr}, F_{pkr}	F_p, F_{pk}	3 – 6
3	F_{pr}	F_p	7 – 8
4	F_{rr}, F_{vwr}	F_r, F_{vw}	3 – 8
5	F_{rr}, F_{er}	F_r, F_e	3 – 8
6	F_r'', F_{vwr}	F_r'', F_{vw}	5 – 8
7	F_r'', F_{er}	F_r'', F_e	5 – 8
8	F_r''	F_i''	9 – 12
9	F_r	F_i	7 – 8
Mức làm việc êm (với $\alpha\beta < 1,25$)			
1	f_{ir}'	f_i'	3 – 8
2	f_{phr}, f_{fr}	f_{ph}, f_f	3 – 8
3	f_{phr}, f_{plr}	f_{ph}, f_{pl}	3 – 8
4	f_r''	f_i''	5 – 8
Mức tiếp xúc răng trong truyền động			
1	Vết tiếp xúc tổng	-	3 – 11
2	F_{β_r}	F_β	3 – 12
3	F_{kr}	F_k	3 – 12
$\alpha\beta$ - hệ số trùng khớp đọc danh nghĩa			

4. 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 ký 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.

Ví dụ 3.3: Cho truyền động bánh răng trụ, răng thẳng của hộp tốc độ động cơ ô tô làm việc với vận tốc $v < 10 \text{ m/s}$, các yếu tố cơ bản của bánh răng là: $m = 2,5$; $z = 50$; $\alpha = 20^\circ$; $\chi = 0$; $\beta = 0^\circ$

- Chọn cấp chính xác cho mức chính xác động học, mức làm việc êm, mức tiếp xúc mặt răng và dạng đối tiếp mặt răng.

- Chọn bộ thông số kiểm tra bánh răng, xác định trị số dung sai và sai lệch giới hạn của các thông số đó, trong điều kiện xí nghiệp có cả dụng cụ kiểm tra bước răng.

- Vẽ bản vẽ chế tạo bánh răng.

Giải:

- Cấp chính xác của truyền động được chọn theo bảng 3.10. Với bánh răng của hộp tốc độ, vận tốc $v < 10 \text{ m/s}$ ta chọn cấp chính xác của truyền động là 7. Vì là truyền động tốc độ nên yêu cầu chủ yếu là mức làm việc êm, còn các yêu cầu khác thấp hơn, do vậy ta chọn cấp chính xác động học là cấp 8 (thấp hơn 1 cấp). Cấp chính xác của mức tiếp xúc mặt răng thì không được thấp hơn so với mức làm việc êm nên ta cũng chọn cấp 7.

Dạng đối tiếp là dạng B có miền dung sai độ hở mặt bên, T_{jh} , tương ứng là b.

Như vậy ta có kí hiệu là: 8 - 7 - 7B. TCVN 1067 - 84.

- Dựa vào cấp chính xác, theo bảng 3.9 ta chọn bộ thông số kiểm tra như sau:

+ Đối với mức chính xác động học ta chọn cặp thông số:

Độ dão đường kính của vành răng: F_{nr}

Độ dao động khoảng pháp tuyến chung: F_{vwr}

+ Đối với mức làm việc êm ta chọn cặp thông số:

Sai số bước răng (bước vòng): f_{pr}

Sai lệch bước cơ sở (bước ăn khớp): f_{phr}

+ Đối với mức tiếp xúc mặt răng ta chọn: vết tiếp xúc tổng.

+ Đối với mức khe hở cạnh răng: người ta có thể kiểm tra trực tiếp khe hở (độ hở mặt bên) cần thiết nhỏ nhất j_{min} . Nhưng trong trường hợp này ở trên đã chọn chỉ tiêu: F_{vw} nên ở đây, để đơn giản ta chỉ chọn chỉ tiêu: Sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến trung bình E_{wme} .

Trị số dung sai, sai lệch giới hạn được tra theo bảng từ 22 ÷ 26 - phụ lục và được ghi vào bản vẽ như hình 3.33.

Thông số kích thước cơ bản		
Tên	Kí hiệu	Trị số
Môđun	m	2,5mm
Số răng	z	50
Góc ăn khớp	α	20°
Góc riêng của hướng răng	β	0°
Hệ số dịch răng	χ	
8-7-7B TCVN1067-84		
Dung sai và độ đảo hướng kính của vành răng	F_r	$45\mu m$
Dung sai độ dao động khoảng pháp tuyến chung	F_{vw}	$28\mu m$
Sai lệch giới hạn bước răng	f_{pl}	$614\mu m$
Sai lệch giới hạn bước cơ bản	f_{pb}	$613\mu m$
Vết tiếp xúc tổng	{	Theo chiều cao 45%; theo chiều dài 60%
Sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung trung bình	E_{wme}	$121\mu m$

Hình 3.33. Bản vẽ chế tạo bánh răng

VI. THỰC HÀNH MỐI GHÉP Ổ LĂN, THEN VÀ DUNG SAI TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG

1. Mối ghép ổ lăn

Cho mối ghép ổ lăn làm việc trong điều kiện 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 309, cấp chính xác 0.

- Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mối ghép ổ lăn với trục và lỗ thân hộp.
- Chọn miền dung sai kích thước trục và lỗ thân hộp lắp với ổ.
- Xác định trị số sai lệch giới hạn của các kích thước lắp ghép.

Hướng dẫn chọn kiểu lắp:

Kiểu lắp ghép ổ lăn với trục và lỗ thân hộp được chọn tùy thuộc vào kết cấu ổ, điều kiện sử dụng ổ, đặc tính tác dụng của tải trọng và dạng tải trọng của các vòng ổ lăn. Chúng ta cần chú ý ba dạng tải tác dụng lên các vòng ổ lăn là: Dạng tải cục bộ, chu kỳ và dao động.

Khi vòng ổ lăn chịu tải trọng hướng tâm cố định phương thì vòng cố định chỉ chịu tải trên một phần đường lăn, còn các phần khác thì không nên tải trọng tác dụng lên ổ là tải trọng cục bộ. Đối với vòng quay thì tải trọng lần lượt tác dụng lên khắp đường lăn của vòng ổ lăn và lắp lại sau mỗi chu kỳ quay của vòng nên tải trọng tác dụng lên ổ là tải trọng chu kỳ.

2. Mối ghép then

Cho mối ghép then bằng giữa bánh răng với trục để truyền mô men xoắn. Bánh răng (bạc) cố định trên trục và cần tháo lắp khi thay thế. Kích thước chiều rộng của then là $b = 14$ mm.

- Chọn kiểu lắp cho mối ghép then với rãnh trục và rãnh bạc.
- 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.

Hướng dẫn chọn kiểu lắp:

Then thường lắp cố định trên trục và lắp động với bạc. Khi chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mối ghép then, cho phép phối hợp miền dung sai của then với bất kỳ miền dung sai nào của rãnh trục và bạc tùy theo đặc tính yêu cầu của mối ghép. Kiểu lắp thông dụng dùng trong sản xuất hàng loạt là then lắp với trục theo kiểu $\frac{N^9}{h9}$ và lắp với bạc theo $\frac{J_s 9}{h9}$. Trong sản xuất đơn chiếc và

loạt nhỏ thì then lắp trên trục có thể theo kiểu $\frac{P9}{h9}$. Khi chiều dài then lớn ($l > 2d$) thì then lắp với bạc có thể theo kiểu $\frac{D10}{h9}$. Đối với then dẫn hướng, tức là chỉ tiết bạc di trượt trên trục thì then lắp trên trục theo $\frac{N9}{h9}$ và với bạc theo $\frac{D10}{h9}$.

3. Mối ghép then hoa

Cho mối ghép then hoa giữa bánh răng với trục có kích thước danh nghĩa là $6 \times 18 \times 22$ (z x d x D). Bánh răng cần di trượt dễ dàng trên trục và thực hiện đồng tâm theo bề mặt kích thước D.

- Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mối ghép rồi ghi ký hiệu trên bản vẽ lắp và bản vẽ chi tiết.
- Tra sai lệch giới hạn của kích thước lắp ghép và biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép.

Hướng dẫn chọn kiểu lắp:

Trong thực tế thiết kế chế tạo người ta thường sử dụng một số kiểu lắp ưu tiên cho mối 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:

$H7/j_s7$ 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.

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 khác theo TCVN 2324 -78.

4. Mối ghép truyền động bánh răng

Cho truyền động bánh răng trụ răng thẳng của hộp giảm tốc thông thường làm việc với vận tốc $v < 6 \text{ m/s}$. Các yếu tố cơ bản của bánh răng là: $m = 3$; $z = 62$; $\alpha = 20^\circ$; $\chi = 0$ (χ - hệ số dịch răng).

- Chọn cấp chính xác cho mức chính xác động học, mức làm việc êm, mức tiếp xúc mặt răng và dạng đối tiếp mặt răng.

- Chọn bộ thông số kiểm tra bánh răng, xác định trị số dung sai và sai lệch giới hạn của các thông số đã chọn, trong điều kiện xí nghiệp không có bánh răng mẫu dùng cho kiểm tra.

Hướng dẫn chọn cấp chính xác cho truyền động bánh răng:

Cấp chính xác của truyền động bánh răng có thể chọn bằng tính toán hoặc dựa theo kinh nghiệm. Chọn cấp chính xác của truyền động bánh răng bằng tính toán là chính xác nhất nhưng rất khó và phức tạp vì vậy trong thiết kế máy người ta thường chọn theo kinh nghiệm, có nghĩa là cấp chính xác của truyền động thiết kế được chọn như cấp chính xác của truyền động đã sử dụng trong những điều kiện làm việc tương tự.

Việc chọn cấp chính xác của truyền động bánh răng khi thiết kế phải dựa vào điều kiện làm việc cụ thể của truyền động, chẳng hạn như tốc độ vòng quay, công suất truyền, ... Căn cứ vào tài liệu khái quát ghi trong bảng 3.10 (trong đó nêu điều kiện làm việc, phạm vi sử dụng và tốc độ vòng tương ứng với từng cấp chính xác) ta sẽ chọn được cấp chính xác của truyền động mà ta thiết kế.

Bảng 3.10. Phạm vi sử dụng cấp chính xác của bánh răng trụ, răng thẳng với $m > 1 \text{ mm}$

Tốc độ vòng m/s	Cấp chính xác	Điều kiện làm việc và phạm vi sử dụng	Hiệu suất không nhỏ hơn	Phương pháp cắt răng	Gia công lần cuối mặt răng
Đến 15	6	Bánh răng làm việc êm ở tốc độ cao, hiệu suất cao không ôn, bánh răng của cơ cấu phân độ,	0,99	Phương pháp bao hình trên máy chính	Mài chính xác hoặc cà răng

		bánh răng đặc biệt quan trọng trong chế tạo máy bay và ô tô		xác cao	
Đến 10	7	Bánh răng ở tốc độ hơi cao và công suất vừa phải hoặc ngược lại, bánh răng trong truyền động của máy cắt kim loại cần sự phối hợp chuyển động, bánh răng hộp tốc độ máy bay, ô tô, truyền động của cơ cấu tính, đếm	0,98	Phương pháp bao hình trên máy chính xác cao	Bằng dụng cụ cắt chính xác, với bánh răng không tói. Mài hoặc cà khi bánh răng cần tói
Đến 6	8	Bánh răng trong chế tạo máy nói chung không yêu cầu chính xác đặc biệt, bánh răng trong máy công cụ, trù xích phân độ, bánh răng không quan trọng trong máy bay, ô tô, bánh răng của cơ cấu nâng, bánh răng quan trọng trong máy nông nghiệp, bánh răng hộp giảm tốc thông thường	0,97	Phương pháp bao hình hoặc chép hình bằng dụng cụ định hình tương ứng với số răng thực của bánh răng	Không mài, khi cần thiết thì gia công tinh lẩn cuối hoặc nghiên

Câu hỏi ôn tập

1. Tiêu chuẩn quy định mấy cấp chính xác chế tạo ổ lăn và ký 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 thi lắp ghép được thực hiện theo yếu tố kích thước nào.
8. Trình bày cách ghi ký 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 đối với ren vít và đai ốc.
14. Nêu các yêu cầu kỹ thuật để ra đối với truyền động bánh răng? Một truyền động bánh răng bất kỳ thì cần có những yêu cầu nào.
15. Nêu các thông số để đánh giá mức chính xác động học, mức làm việc êm, mức tiếp xúc mặt răng và khe hở cạnh răng (độ hở mặt bên).

Bài tập

1. Cho bộ phận lắp ổ lăn có trục quay, thân hộp đứng yên, tải trọng tác dụng lên ổ là tải trọng hướng tâm cố định phương. Ổ bi đỡ có số hiệu là 308, cấp chính xác 0.
 - Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mối ghép ổ lăn với trục và lỗ thân hộp.
 - Chọn miền dung sai kích thước trục và lỗ thân hộp lắp với ổ.
 - Xác định trị số sai lệch giới hạn của các kích thước lắp ghép.

2. 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.

- Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mối ghép ổ lăn với trục và lỗ thân hộp.
- Chọn miền dung sai kích thước trục và lỗ thân hộp lắp với ổ.
- Xác định trị số sai lệch giới hạn của các kích thước lắp ghép

3. Cho mối ghép then bằng giữa bánh răng với trục để truyền mô men xoắn. Bánh răng (bạc) cố định trên trục và cần tháo lắp khi thay thế. Kích thước chiều rộng của then là: $b = 14 \text{ mm}$.

- Chọn kiểu lắp cho mối ghép then với rãnh trục và rãnh bạc.
- 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.

4. Cho mối ghép then hoa giữa bánh răng với trục có kích thước danh nghĩa là: $6 \times 18 \times 22$, ($z \times d \times D$). Bánh răng cố định trên trục và thực hiện đồng tâm theo bề mặt kích thước D.

- Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mối ghép rồi ghi ký hiệu trên bản vẽ.
- Tra các sai lệch giới hạn của kích thước và biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép.

5. Cho mối ghép then hoa giữa bánh răng với trục có kích thước danh nghĩa là: $8 \times 42 \times 48$, ($z \times d \times D$). Bánh răng cần di trượt dễ dàng trên trục và thực hiện đồng tâm theo bề mặt kích thước D.

- Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mối ghép rồi ghi ký hiệu trên bản vẽ lắp và bản vẽ chi tiết.
- Tra các sai lệch giới hạn của kích thước và biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép.

6. Cho truyền động bánh răng trụ, răng thẳng của hộp tốc độ động cơ ô tô làm việc với vận tốc $v < 15 \text{ m/s}$. Các yếu tố cơ bản của bánh răng là : $m = 2$; $z = 30$; $\alpha = 20^\circ$, $\chi = 0$; $\beta = 0^\circ$

- Chọn cấp chính xác cho mức chính xác động học, mức làm việc êm, mức tiếp xúc mặt răng và dạng đối tiếp mặt răng.
- Chọn bộ thông số kiểm tra bánh răng, xác định trị số dung sai và sai lệch giới hạn của các thông số đó, trong điều kiện xí nghiệp có cả dụng cụ kiểm tra bước răng.
- Vẽ bản vẽ chế tạo bánh răng.

7. Cho truyền động bánh răng trụ răng thẳng của hộp giảm tốc thông thường làm việc với vận tốc $v < 10$ m/s. Các yếu tố cơ bản của bánh răng là: $m = 4$; $z = 66$; $\alpha = 20^\circ$; $\chi = 0$ (χ - hệ số dịch răng).

- Chọn cấp chính xác cho mức chính xác động học, mức làm việc êm, mức tiếp xúc mặt răng và dạng đối tiếp mặt răng.

- Chọn bộ thông số kiểm tra bánh răng, xác định trị số dung sai và sai lệch giới hạn của các thông số đã chọn, trong điều kiện xí nghiệp không có bánh răng mẫu dùng cho kiểm tra.

PHỤ LỤC

Bảng 1. Giá trị tích phân Student

Giá trị t_α thoả mãn đẳng thức $\int_0^\infty S(t, k) dt = \alpha$

k=n-1	α												
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99	0,995
1	0,158	0,325	0,510	0,727	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,656	636,57
2	0,142	0,289	0,445	0,617	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,600
3	0,137	0,277	0,424	0,584	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,134	0,271	0,414	0,569	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,614
5	0,132	0,267	0,408	0,559	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,689
6	0,131	0,265	0,404	0,553	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,130	0,263	0,402	0,549	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,650	2,998	3,499	5,408
8	0,130	0,262	0,399	0,546	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,048
9	0,129	0,261	0,398	0,543	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,780
10	0,129	0,260	0,397	0,542	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,129	0,260	0,396	0,540	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,781	3,106	4,437
12	0,128	0,259	0,395	0,539	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,128	0,259	0,394	0,538	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,128	0,258	0,393	0,537	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,128	0,258	0,393	0,536	0,691	0,866	1,074	1,341	1,752	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,128	0,258	0,3920	0,535	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,128	0,257	0,392	0,534	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,127	0,257	0,392	0,534	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,127	0,257	0,391	0,533	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,127	0,257	0,391	0,533	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,127	0,257	0,391	0,532	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,127	0,256	0,390	0,532	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,127	0,256	0,390	0,532	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	0,127	0,256	0,390	0,531	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,127	0,256	0,389	0,531	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,689
28	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,126	0,255	0,388	0,529	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,126	0,254	0,387	0,527	0,679	0,848	1,045	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,126	0,254	0,386	0,526	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
1000	0,126	0,253	0,385	0,525	0,675	0,842	1,037	1,282	1,646	1,962	2,330	2,581	3,300

Bảng 2. Giá trị tích phân macxcoen $F_{(T)} = \int_0^T t \cdot e^{-\frac{t^2}{2}} dt = \alpha$

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,00000	0,00005	0,00020	0,00045	0,00080	0,00125	0,00180	0,00245	0,00319	0,00404
0,1	0,00499	0,00603	0,00717	0,00841	0,00975	0,01119	0,01272	0,01435	0,01607	0,01789
0,2	0,01980	0,02181	0,02391	0,02610	0,02839	0,03077	0,03324	0,03579	0,03844	0,04118
0,3	0,04400	0,04691	0,04991	0,05299	0,05616	0,05941	0,06275	0,06616	0,06966	0,07323
0,4	0,07688	0,08361	0,08442	0,08831	0,09226	0,09629	0,10040	0,10457	0,10881	0,11312
0,5	0,11750	0,12195	0,12646	0,13103	0,13567	0,14037	0,14512	0,14994	0,15482	0,15975
0,6	0,16473	0,16977	0,17486	0,18000	0,18519	0,19043	0,19571	0,20104	0,20642	0,21184
0,7	0,21730	0,22279	0,22833	0,23391	0,23952	0,24516	0,25084	0,25655	0,26229	0,26806
0,8	0,27385	0,27967	0,28552	0,29139	0,29728	0,30320	0,30913	0,31508	0,32104	0,32703
0,9	0,33302	0,33903	0,34505	0,35108	0,35712	0,36317	0,36922	0,37528	0,38134	0,38740
1,0	0,39347	0,39953	0,40560	0,41166	0,41772	0,42377	0,42982	0,43586	0,44189	0,44791
1,1	0,45393	0,45993	0,46591	0,47189	0,47785	0,48379	0,48972	0,49563	0,50152	0,50740
1,2	0,51325	0,51908	0,52489	0,53067	0,53643	0,54217	0,54788	0,55356	0,55922	0,56484
1,3	0,57044	0,57601	0,58155	0,58706	0,59253	0,59798	0,60339	0,60877	0,61411	0,61942
1,4	0,62469	0,62993	0,63512	0,64029	0,64541	0,65050	0,65555	0,66056	0,66553	0,67046
1,5	0,67535	0,68020	0,68501	0,68977	0,69450	0,69918	0,70382	0,70842	0,71298	0,71749
1,6	0,72196	0,72639	0,73077	0,73511	0,73941	0,74366	0,74787	0,75203	0,75615	0,76022
1,7	0,76425	0,76824	0,77218	0,77608	0,77993	0,78373	0,78750	0,79121	0,79489	0,79852
1,8	0,80210	0,80564	0,80914	0,81259	0,81600	0,81936	0,82268	0,82596	0,82919	0,83238
1,9	0,83553	0,83863	0,84169	0,84471	0,84768	0,85062	0,85351	0,85636	0,85917	0,86194
2,0	0,86466	0,86735	0,87000	0,87260	0,87517	0,87770	0,88018	0,88263	0,88504	0,88742
2,1	0,88975	0,90205	0,89431	0,89653	0,89871	0,90086	0,90298	0,90505	0,90710	0,90910
2,2	0,91108	0,91302	0,91492	0,91680	0,91863	0,92044	0,92221	0,92398	0,92567	0,92735
2,3	0,92899	0,93061	0,93220	0,93376	0,93529	0,93679	0,93826	0,93970	0,94112	0,94250
2,4	0,92387	0,94520	0,94651	0,94779	0,94904	0,95028	0,95148	0,95266	0,95382	0,95495
2,5	0,95606	0,95715	0,95821	0,95926	0,96028	0,96127	0,96225	0,96321	0,96414	0,96506
2,6	0,96595	0,96683	0,96768	0,96852	0,96934	0,97014	0,97092	0,97169	0,97243	0,97317
2,7	0,97388	0,97458	0,97526	0,97592	0,97657	0,97721	0,97783	0,97843	0,97902	0,97960
2,8	0,98016	0,98071	0,98124	0,98177	0,98228	0,98277	0,98326	0,98373	0,98419	0,98464
2,9	0,98508	0,98551	0,98592	0,98633	0,98672	0,98711	0,98748	0,98785	0,98821	0,98855
3,0	0,95889	0,98922	0,98954	0,98985	0,99016	0,99045	0,99074	0,99102	0,99129	0,99155
3,1	0,99181	0,99206	0,99231	0,99254	0,99277	0,99300	0,99321	0,99342	0,99363	0,99383
3,2	0,99402	0,99421	0,99440	0,99457	0,99475	0,99491	0,99508	0,99523	0,99539	0,99554
3,3	0,99568	0,99582	0,99596	0,99609	0,99622	0,99634	0,99646	0,99658	0,99669	0,99680
3,4	0,99691	0,99701	0,99711	0,99721	0,99731	0,99740	0,99749	0,99757	0,99765	0,99773
3,5	0,99751	0,99789	0,99796	0,99803	0,99810	0,99817	0,99823	0,99829	0,99835	0,99841
3,6	0,99847	0,99852	0,99857	0,99862	0,99867	0,99872	0,99877	0,99881	0,99885	0,99890
3,7	0,99894	0,99897	0,99901	0,99905	0,99908	0,99912	0,99915	0,99918	0,99921	0,99924
3,8	0,99927	0,99930	0,99932	0,99935	0,99937	0,99940	0,99942	0,99944	0,99946	0,99948
3,9	0,99950	0,99952	0,99954	0,99956	0,99957	0,99959	0,99961	0,99962	0,99964	0,99965
4,0	0,99966	0,99968	0,99969	0,99970	0,99971	0,99973	0,99974	0,99973	0,99976	0,99977

Bảng 3: Dây kích thước thẳng tiêu chuẩn

R _a 5 (R5)	R _a 10 (R10)	R _a 20 (R20)	R _a 40 (R40)	R _a 5 (R5)	R _a 10 (R10)	R _a 20 (R20)	R _a 40 (R40)	R _a 5 (R5)	R _a 10 (R10)	R _a 20 (R20)	R _a 40 (R40)
1,0	1,0	1,0	1,0	10	10	10	10	100	100	100	100
			1,05				10,5				105
		1,1	1,1			11	11			110	110
			1,15				11,5				120
			1,2	12	12	12	12		125	125	125
	1,2	1,3					13				130
		1,4	1,4		14	14	14			140	140
		1,5					15				150
		1,6	1,6	16	16	16	16	160	160	160	160
		1,7					17				170
1,6	1,8	1,8			18	18	18			180	180
		1,9					19				190
		2,0	2,0	20	20	20	20		200	200	200
		2,1					21				210
		2,2	2,2		22	22	22			220	220
	2,4						24				240
		2,5	2,5	25	25	25	25	250	250	250	250
		2,6					26				260
		2,8	2,8		28	28	28			280	280
		3,0					30				300
2,5	3,2	3,2	3,2	32	32	32	32		320	320	320
		3,4					34				340
		3,6	3,6		36	36	36			360	360
		3,8					38				380
		4,0	4,0	40	40	40	40	400	400	400	400
	4,5	4,2					42				420
		4,5			45	45	45			450	450
		4,8					48				480
		5,0	5,0	50	50	50	50		500	500	500
		5,3					53				530
4,0	5,6	5,6	5,6		56	56	56			560	560
		6,0					60				600
		6,3	6,3	63	63	63	63	630	630	630	630
		6,7					67				670
		7,1	7,1		71	71	71			710	710
	8,0	7,5					75				750
		8,0	8,0	80	80	80	80		800	800	800
		8,5					85				850
		9,0	9,0		90	90	90			900	900
		9,5					95				950

Bảng 4. Trị số các sai lệch cơ bản của trục, μm .

Kích thước đánh nghia (mm)	Sai lệch trên (es)						Cho mọi cấp dung sai tiêu chuẩn						Sai lệch dưới (ei)						
	Đến và bao gồm			T4 đến IT7			Đến và bao gồm IT3 và trên IT7			Cho mọi cấp dung sai tiêu chuẩn			Đến và bao gồm IT3 và trên IT7			Sai lệch dưới (ei)			
Tiền	d	e	f	g	h	j _s	k	m	n	p	r	s	t	u	v	w	x	y	z
-	-3	-20	-14	-6	-2	0	0	0	0	+2	+4	+6	+10	+14					
3	6	-30	-20	-10	-4	0	+1	0	+4	+8	+12	+15	+19						
6	10	-40	-25	-13	-5	0	+1	0	+6	+10	+15	+19	+23						
10	14	-50	-32	-16	-6	0	+1	0	+7	+12	+18	+23	+28						
14	18						Sai lệch												
18	24	-65	-40	-20	-7	0	= $\pm \frac{IT_n}{2}$	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35					
24	30	-80	-50	-25	-9	0	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43						
30	40	-80	-50	-25	-9	0	+2	0	+11	+20	+32	+41	+53						
40	50	-100	-60	-30	-10	0	+2	0	+13	+23	+37	+51	+71						
50	65	-100	-60	-30	-10	0	+3	0	+15	+27	+43	+63	+92						
65	80	-100	-72	-36	-12	0	+3	0	+13	+23	+37	+51	+71						
80	100	-120	-72	-36	-12	0	+4	0	+17	+31	+50	+77	+122						
100	120	-120	-72	-36	-12	0	+4	0	+20	+34	+56	+94	+157						
120	140	-145	-85	-43	-14	0	+4	0	+21	+37	+62	+108	+170						
140	160						+5	0	+23	+40	+68	+114	+190						
160	180						+5	0	+23	+40	+68	+126	+208						
180	200	-170	-100	-50	-15	0	+4	0	+20	+34	+56	+94	+140						
200	225						+4	0	+21	+37	+62	+108	+170						
225	250						+4	0	+21	+37	+62	+114	+190						
250	280	-190	-110	-56	-17	0	+4	0	+20	+34	+56	+94	+157						
280	315						+4	0	+21	+37	+62	+114	+190						
315	355	-210	-125	-62	-18	0	+4	0	+23	+40	+68	+126	+208						
355	400	-230	-135	-68	-20	0	+5	0	+23	+40	+68	+132	+252						
400	450						+5	0	+23	+40	+68	+132	+252						
450	500																		

1. Đối với các bậc dung sai J₇ đến J₁₁, nếu trị số IT ứng với cấp n là một số lẻ, nó có thể đọc làm tròn đối với số chẵn nhỏ hơn IT với $\frac{IT_n}{2}$ là một số nguyên

Bảng 5: Trị số các sai lệch cơ bản của lõi, μm

Kích thước danh nh nghĩa (mm)	Đến và bao gồm	Sai lệch dưới (EI)				Cho mọi cấp dung sai tiêu chuẩn				Sai lệch trên (ES)				Trị số của Đến và bao gồm				Cấp dung sai tiêu chuẩn trên IT7				
		E	F	G	H	J ²⁰	K ²¹	Đến và bao gồm	Trên IT8	Đến và bao gồm	Trên IT8	Đến và bao gồm	N ²²	P đến ZC ²³	P	R	S	IT5	IT6	IT7	IT8	
Trên	Đến và bao gồm	D	E	F	G	H	J ²⁰	Đến và bao gồm	Trên IT8	Đến và bao gồm	Trên IT8	Đến và bao gồm	N ²²	P đến ZC ²³	P	R	S	IT5	IT6	IT7	IT8	
3	+ 20	+ 14	+ 6	+ 2	0	-	Sai lệch = + $\frac{H_f - \pi}{2}$	0	0	- 2	- 2	- 4	- 4	Sai lệch = sai lệch đối với cấp trên IT7 + Δ	+ 5	- 10	- 14	0	0	0	0	
3	+ 30	+ 20	+ 10	+ 4	0	-	- 1 + Δ	- 1 + Δ	- 4 + Δ	- 4	- 8 + Δ	0	- 15	- 19	- 1	3	4	6				
6	+ 40	+ 25	+ 13	+ 5	0	-	- 1 + Δ	- 6 + Δ	- 6	- 10 + Δ	0	- 19	- 23	2	3	6	7					
10	+ 50	+ 32	+ 16	+ 6	0	trong đó n là cấp của trị số IT	- 1 + Δ	- 7 + Δ	- 7	- 12 + Δ	0	- 23	- 28	3	3	7	9					
14	+ 65	+ 40	+ 20	+ 7	0	-	- 2 + Δ	- 8 + Δ	- 8	- 15 + Δ	0	- 28	- 35	3	4	8	12					
18	+ 80	+ 50	+ 25	+ 9	0	-	- 2 + Δ	- 9 + Δ	- 9	- 17 + Δ	0	- 34	- 43	4	5	9	14					
24	+ 100	+ 60	+ 40	+ 10	0	-	- 2 + Δ	- 11 + Δ	- 11	- 20 + Δ	0	- 41	- 53	5	6	11	16					
30	+ 120	+ 72	+ 36	+ 12	0	-	- 3 + Δ	- 13 + Δ	- 13	- 23 + Δ	0	- 43	- 51	- 71	5	7	13	19				
40	+ 140	+ 85	+ 43	+ 14	0	-	- 3 + Δ	- 15 + Δ	- 15	- 27 + Δ	0	- 54	- 68	- 108	- 54	- 65	- 92	6	7	15	23	
50	+ 145	+ 85	+ 43	+ 14	0	-	- 4 + Δ	- 17 + Δ	- 17	- 31 + Δ	0	- 50	- 77	- 122	6	9	17	26				
65	+ 160					-	- 4 + Δ	- 20 + Δ	- 20	- 34 + Δ	0	- 80	- 130	- 180	- 84	- 140	- 158	7	9	20	29	
80	+ 160					-	- 4 + Δ	- 21 + Δ	- 21	- 37 + Δ	0	- 56	- 94	- 158	- 98	- 170	- 190	7	11	21	32	
100	+ 170	+ 100	+ 50	+ 15	0	-	- 5 + Δ	- 23 + Δ	- 23	- 40 + Δ	0	- 68	- 126	- 232	- 68	- 126	- 232	7	13	23	34	
120	+ 180					-	- 5 + Δ	- 23 + Δ	- 23	- 40 + Δ	0	- 132	- 232	- 232	- 132	- 232	- 232					
140	+ 190	+ 110	+ 56	+ 17	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
160	+ 200					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
180	+ 225					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
200	+ 250					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
225	+ 260					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
250	+ 280	+ 190	+ 110	+ 56	+ 17	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
280	+ 315	+ 210	+ 125	+ 62	+ 18	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
315	+ 335	+ 210	+ 125	+ 62	+ 18	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
365	+ 400	+ 230	+ 135	+ 68	+ 20	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
400	+ 450	+ 230	+ 135	+ 68	+ 20	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
450	+ 500					-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

1. Đối với các bộ phận dùng sai J²⁰ đến J²¹, nếu trị số IT ứng với cặp n là một số chẵn thì K₆ sao cho là một số nguyên.

2. Để xác định trị số SLCB: K, M, N đến (va bao gồm) IT8 và sai lệch P đến ZC đến (va bao gồm) IT7 hãy dùng trị số [0] ở bên phải của bảng, ví dụ: K7 trong khoảng 180~30 mm, 0 = 8 μm , do đó ES = - 2 ± 8 μm . Số trong bảng (va bao gồm), 0 = 4 μm , do đó ES = - 35 + 4 = - 31 μm .

3. Trường hợp đặc biệt, đối với bậc M6 trong khoảng 250~300 mm, ES = - 9 μm (thay vì bằng - 11 μm)

**Bảng 6: Hệ thống lỗ, lắp ghép đối với các kích thước
danh nghĩa từ 1 đến 500 mm, TCVN 2245-99**

Lỗ cơ bản	Sai lệch cơ bản của trục									
	a	b	c	d	e	f	g	h	js	
Lắp ghép										
H5								$\frac{H5}{g4}$	$\frac{H5}{h4}$	$\frac{H5}{j_s^4}$
H6						$\frac{H6}{f4}$	$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H6}{h5}$		$\frac{H6}{j_s^5}$
H7			$\frac{H7}{e8}$	$\frac{H7}{d8}$	$\frac{H7}{e7}$	$\frac{H7}{e8}$	$\frac{H7}{f7}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H7}{j_s^6}$
H8				$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$		$\frac{H8}{f7}$	$\frac{H8}{f8}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{h8}$
				$\frac{H8}{d9}$	$\frac{H8}{e9}$		$\frac{H8}{f9}$		$\frac{H8}{h9}$	$\frac{H8}{j_s^7}$
H9				$\frac{H9}{d9}$	$\frac{H9}{e8}$	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f8}$	$\frac{H9}{f9}$	$\frac{H9}{h8}$	$\frac{H9}{h9}$
H10				$\frac{H10}{d10}$					$\frac{H10}{h9}$	$\frac{H10}{h10}$
H11	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$					$\frac{H11}{h11}$	
H12		$\frac{H12}{b12}$							$\frac{H12}{h12}$	
Lỗ cơ bản	Sai lệch cơ bản của trục									
	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x
Lắp ghép										
H5	$\frac{H5}{k4}$	$\frac{H5}{m4}$	$\frac{H5}{n4}$							
H6	$\frac{H6}{k5}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{H6}{n5}$	$\frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$				
H7	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{H7}{s7}$	$\frac{H7}{t6}$	$\frac{H7}{u6}$	
H8	$\frac{H8}{k7}$	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$			$\frac{H8}{s7}$		$\frac{H8}{u8}$		$\frac{H8}{x8}$
H9										
H10										
H11										
H12										

Chú thích: Lắp ghép ưu tiên.

Bảng 7: Hệ thống trục, lắp ghép đối với các kích thước danh nghĩa từ 1 đến 500 mm. TCVN 2245-99

Trục cơ bản	Sai lệch cơ bản của lỗ								
	A	B	C	D	E	F	G	H	
Lắp ghép									
h4							$\frac{G5}{h4}$	$\frac{H5}{h4}$	
h5						$\frac{F7}{h5}$	$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	
h6				$\frac{D8}{h6}$	$\frac{E8}{h6}$	$\frac{F7}{h6}$ $\frac{F8}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	
h7				$\frac{D8}{h7}$	$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}$		$\frac{H8}{h7}$	
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				$\frac{D9}{h9}$ $\frac{D10}{h9}$	$\frac{E9}{h9}$		$\frac{H8}{h9}$ $\frac{H9}{h9}$	$\frac{H10}{h9}$	
h10				$\frac{D10}{h10}$				$\frac{H10}{h10}$	
h11	$\frac{A11}{h11}$	$\frac{B11}{h11}$	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{D11}{h11}$				$\frac{H11}{h11}$	
h12		$\frac{B12}{h12}$						$\frac{H12}{h12}$	
Trục cơ bản	Sai lệch cơ bản của trục								
	J _s	K	M	N	P	R	S	T	U
Lắp ghép									
h4	$\frac{J_s 5}{h4}$	$\frac{k5}{h4}$	$\frac{M5}{h4}$	$\frac{N5}{h4}$					
h5	$\frac{J_s 6}{h5}$	$\frac{k6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$	$\frac{N6}{h5}$	$\frac{P6}{h5}$				
h6	$\frac{J_s 7}{h6}$	$\frac{k7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$	$\frac{T7}{h6}$	
h7	$\frac{J_s 8}{h7}$	$\frac{k8}{h7}$	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$					$\frac{U8}{h7}$
h8									
h9									
h10									
h11									
h12									

Chú thích: Lắp ghép ưu tiên

Bảng 8: Sai lệch giới hạn kích thước lỗ đối với kích thước đén 500 mm TCVN 2245-99

Kích thước đánh nghĩa		A ¹⁾			B ¹⁾			C			Kích thước đánh nghĩa			A			B			C		
Trên	Đến và bao gồm	11	12	11	12	10	11	Trên	Đến và bao gồm	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11
-	3 ¹⁾	+ 330	+ 370	+ 290	+ 240	+ 190	+ 120	140	160	+ 770	+ 920	+ 530	+ 680	+ 370	+ 460	+ 370	+ 460	+ 210	+ 210	+ 210	+ 210	+ 11
3	6	+ 345	+ 390	+ 215	+ 260	+ 118	+ 145	160	180	+ 830	+ 980	+ 560	+ 710	+ 390	+ 480	+ 390	+ 480	+ 230	+ 230	+ 230	+ 230	+ 10
6	10	+ 370	+ 430	+ 240	+ 300	+ 138	+ 170	180	200	+ 950	+ 1120	+ 630	+ 800	+ 425	+ 530	+ 425	+ 530	+ 230	+ 230	+ 230	+ 230	+ 11
10	18	+ 400	+ 470	+ 260	+ 330	+ 165	+ 206	200	225	+ 1030	+ 1200	+ 670	+ 840	+ 445	+ 550	+ 445	+ 550	+ 230	+ 230	+ 230	+ 230	+ 10
18	30	+ 430	+ 510	+ 290	+ 370	+ 194	+ 240	225	250	+ 1110	+ 1280	+ 710	+ 880	+ 465	+ 570	+ 465	+ 570	+ 230	+ 230	+ 230	+ 230	+ 10
30	40	+ 470	+ 560	+ 330	+ 420	+ 220	+ 280	250	280	+ 1240	+ 1440	+ 800	+ 1000	+ 510	+ 620	+ 510	+ 620	+ 230	+ 230	+ 230	+ 230	+ 10
40	50	+ 480	+ 570	+ 340	+ 430	+ 230	+ 290	280	315	+ 1370	+ 1570	+ 880	+ 1060	+ 540	+ 660	+ 540	+ 660	+ 230	+ 230	+ 230	+ 230	+ 10
50	65	+ 530	+ 640	+ 380	+ 490	+ 260	+ 330	315	355	+ 1560	+ 1770	+ 980	+ 1170	+ 590	+ 720	+ 590	+ 720	+ 230	+ 230	+ 230	+ 230	+ 10
65	80	+ 550	+ 660	+ 390	+ 500	+ 270	+ 340	355	400	+ 1710	+ 1920	+ 1040	+ 1250	+ 630	+ 760	+ 630	+ 760	+ 230	+ 230	+ 230	+ 230	+ 10
80	100	+ 600	+ 730	+ 440	+ 570	+ 310	+ 390	400	450	+ 1900	+ 2130	+ 1160	+ 1390	+ 690	+ 840	+ 690	+ 840	+ 230	+ 230	+ 230	+ 230	+ 10
100	120	+ 630	+ 760	+ 460	+ 590	+ 320	+ 400	450	500	+ 2050	+ 2280	+ 1240	+ 1470	+ 730	+ 880	+ 730	+ 880	+ 230	+ 230	+ 230	+ 230	+ 10
120	140	+ 710	+ 860	+ 510	+ 660	+ 360	+ 450	450	500	+ 1650	+ 1650	+ 840	+ 840	+ 480	+ 480	+ 480	+ 480	+ 230	+ 230	+ 230	+ 230	+ 10

Chú thích: 1) Các sai lệch cơ bản A, B không được dùng cho bất kí dung sai tiêu chuẩn nào
đối với các kích thước nhỏ hơn hoặc bằng 1 mm

(Tiếp theo bảng 8)

Kích thước danh nghĩa, mm		D				E				F				G		
Trên	Dến và bao gồm	8	9	10	11	7	8	9	7	8	9	10	5	6	7	
-	3	+ 34	+ 45	+ 60	+ 80	+ 20	+ 28	+ 39	+ 16	+ 20	+ 31	+ 46	+ 6	+ 8	+ 12	
3	6	+ 48	+ 60	+ 78	+ 105	+ 32	+ 38	+ 50	+ 22	+ 28	+ 40	+ 58	+ 6	+ 2	+ 2	
6	10	+ 50	+ 30	+ 30	+ 30	+ 20	+ 20	+ 20	+ 10	+ 10	+ 10	+ 10	+ 4	+ 4	+ 4	
10	18	+ 77	+ 93	+ 120	+ 160	+ 50	+ 59	+ 75	+ 34	+ 43	+ 59	+ 86	+ 14	+ 17	+ 24	
18	30	+ 98	+ 117	+ 149	+ 195	+ 61	+ 73	+ 92	+ 41	+ 53	+ 72	+ 104	+ 16	+ 20	+ 28	
30	50	+ 119	+ 142	+ 180	+ 240	+ 75	+ 89	+ 112	+ 50	+ 64	+ 87	+ 125	+ 20	+ 25	+ 34	
50	80	+ 146	+ 174	+ 220	+ 290	+ 90	+ 106	+ 132	+ 60	+ 76	+ 104	+ 140	+ 23	+ 29	+ 40	
80	120	+ 174	+ 207	+ 260	+ 340	+ 107	+ 126	+ 159	+ 71	+ 90	+ 123	+ 170	+ 10	+ 10	+ 10	
120	180	+ 208	+ 245	+ 305	+ 395	+ 125	+ 148	+ 185	+ 83	+ 106	+ 143	+ 193	+ 27	+ 34	+ 47	
180	250	+ 242	+ 285	+ 355	+ 460	+ 146	+ 172	+ 215	+ 96	+ 122	+ 165	+ 215	+ 35	+ 44	+ 61	
250	315	+ 271	+ 320	+ 400	+ 510	+ 162	+ 191	+ 240	+ 108	+ 137	+ 186	+ 202	+ 40	+ 49	+ 69	
315	400	+ 299	+ 350	+ 440	+ 570	+ 182	+ 214	+ 255	+ 119	+ 151	+ 202	+ 202	+ 43	+ 54	+ 75	
400	500	+ 327	+ 385	+ 480	+ 630	+ 198	+ 232	+ 290	+ 131	+ 165	+ 223	+ 223	+ 47	+ 60	+ 83	
		+ 230	+ 230	+ 230	+ 230	+ 135	+ 135	+ 135	+ 68	+ 68	+ 68	+ 68	+ 20	+ 20	+ 20	

(Tiếp theo bảng 8)

Kích thước danh nghĩa		H																
Trên	Dến và bao gồm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 ⁱ	15 ⁱ	16 ⁱ	17 ⁱ
-	3 ⁱ	+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	+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	+1,2	+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	+1,5	+2	+3	+5	+8	+11	+18	+27	+43	+70	+110	+0,18	+0,27	+0,43	+0,7	+1,1	+1,8
18	30	+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	+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	+2	+3	+5	+8	+13	+19	+30	+46	+74	+120	+190	+0,3	+0,46	+0,74	+1,2	+1,9	+3
80	120	+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	+3,5	+5	+8	+12	+18	+25	+40	+63	+100	+160	+250	+0,4	+0,63	+1	+1,6	+2,5	+4
180	250	+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	+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	+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	+8	+10	+15	+20	+27	+40	+63	+97	+156	+250	+400	+0,63	+0,97	+1,55	+2,5	+4	+6,3

(Tiếp theo bảng 8)

Kích thước danh nghĩa, mm		Js					K			M			N		
Trên	Đến và bao gồm	5	6	7	8	9	10	5	6	7	8	6	7	8	9
-	3	±2	±3	±5	±7	±12,5	±20	0	0	-2	-2	-4	-4	-4	-4
3	6	±2,5	±4	±6	±9	±15	±24	0	+2	+3	-1	0	-5	-4	-29
6	10	±3	±4,5	±7,5	±11	±18	±29	+1	+2	+5	-3	0	-13	-16	-30
10	18	±4	±5,5	±9	±13,5	±21,5	±35	+2	+2	+6	-4	0	+2	-9	0
18	30	±4,5	±6,5	±10,5	±16,5	±26	±42	+1	+2	+6	-4	0	+4	-11	-3
30	50	±5,5	±8	±12,5	±19,5	±31	±50	+2	+3	+7	-4	0	+5	-12	-3
50	80	±6,5	±9,5	±15	±23	±37	±60	+3	+4	+9	-5	0	+5	-25	-43
80	120	±7,5	±11	±17,5	±27	±43,5	±70	+2	+4	+10	-6	0	+6	-16	-42
120	180	±9	±12,5	±20	±31,5	±50	±80	+3	+4	+12	-8	0	+8	-20	-36
180	250	±10	±14,5	±23	±36	±57,5	±92,5	+2	+5	+13	-8	0	+9	-22	-50
250	315	±11,5	±16	±26	±40,5	±65	±105	+3	+5	+16	-9	0	+9	-25	-74
315	400	±12,5	±18	±28,5	±44,5	±70	±115	+3	+7	+17	-10	0	+11	-26	-87
400	500	±13,5	±20	±31,5	±48,5	±77,5	±125	+2	+8	+18	-10	0	+11	-27	-100

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	-17	-26	-25	-34		-39 -64
40	50	-37	-42	-88	-50	-59		-45 -70 -70
50	65	-26	-21	-32	-30 -60	-42 -72	-55	-87 -133
65	80	-45	-51	-106	-32 -62	-48 -78	-64	-102 -148
80	100	-30	-24	-37	-38 -73	-58 -93	-78	-124 -178
100	120	-52	-59	-124	-41 -76	-66 -101	-91	-144 -198
120	140				-48 -88	-77 -117	-107	-170 -233
140	160	-36	-28	-43	-50 -90	-85 -125	-119	-190 -253
160	180	-61	-68	-143	-53 -93	-93 -133	-131	-210 -273
180	200				-60 -106	-105 -151	-149	-236 -308
200	225	-41	-33	-50	-63 -109	-113 -159	-163	-258 -330
225	250	-70	-79	-165	-67 -113	-123 -169	-179	-284 -356
250	280	-47	-36	-56	-74 -126	-138 -190	-198	-315 -396
280	315	-79	-88	-186	-78 -130	-150 -202	-220	-350 -431
315	355	-51	-41	-62	-87 -144	-169 -226	-247	-390 -479
355	400	-87	-98	-202	-93 -150	-187 -244	-273	-435 -524
400	450	-55	-45	-68	-103 -166	-209 -272	-307	-490 -587
450	500	-95	-108	-223	-109 -172	-229 -292	-337	-540 -637

Bảng 9: Sai lệch giới hạn kích thước trực đối với kích thước đèn 500 mm TCVN 2245-99

Kích thước danh nghĩa	Đèn và bao gồm	a ⁽¹⁾			b ⁽¹⁾			c			Kích thước danh nghĩa			a			b			c			
		Trên	Đèn và bao gồm	11	12	11	12	10	11	Trên	Đèn và bao gồm	11	12	11	12	11	12	10	11	11	12	10	11
-	3 ⁽¹⁾	-270	-270	-140	-140	-60	-60	140	140	160	160	-520	-520	-280	-280	-210	-210	-210	-210	-370	-370	-460	-460
3	6	-270	-270	-140	-140	-70	-70	160	160	180	180	-580	-580	-310	-310	-230	-230	-230	-230	-390	-390	-480	-480
6	10	-280	-280	-150	-150	-80	-80	180	180	200	200	-660	-660	-340	-340	-240	-240	-240	-240	-425	-425	-530	-530
10	18	-290	-290	-150	-150	-95	-95	200	200	225	225	-740	-740	-380	-380	-260	-260	-260	-260	-445	-445	-550	-550
18	30	-300	-300	-160	-160	-110	-110	225	225	250	250	-820	-820	-420	-420	-280	-280	-280	-280	-465	-465	-570	-570
30	40	-310	-310	-170	-170	-120	-120	250	250	280	280	-920	-920	-480	-480	-300	-300	-300	-300	-510	-510	-620	-620
40	50	-320	-320	-180	-180	-130	-130	280	280	315	315	-1050	-1050	-540	-540	-330	-330	-330	-330	-660	-660	-770	-770
50	65	-340	-340	-190	-190	-140	-140	315	315	355	355	-1200	-1200	-600	-600	-360	-360	-360	-360	-790	-790	-900	-900
65	80	-360	-360	-200	-200	-150	-150	355	355	400	400	-1350	-1350	-680	-680	-400	-400	-400	-400	-820	-820	-930	-930
80	100	-380	-380	-220	-220	-170	-170	400	400	450	450	-1500	-1500	-760	-760	-440	-440	-440	-440	-850	-850	-960	-960
100	120	-410	-410	-240	-240	-180	-180	450	450	500	500	-1650	-1650	-840	-840	-480	-480	-480	-480	-880	-880	-990	-990
120	140	-460	-450	-260	-260	-200	-200	500	500	550	550	-2050	-2050	-1240	-1240	-730	-730	-730	-730	-880	-880	-990	-990

Chú thích: 1) Các sai lệch cơ bản a, b không được dùng cho bắt kí dung sai tiêu chuẩn nào đối với các kích thước nhỏ hơn hoặc bằng 1 mm

(Tiếp theo hàng 9)

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	-20	-20	-20	-14	-14	-14	-6	-6	-6	-6	-2	-2	-2	-2	-2
3	6	-30	-34	-45	-60	-80	-24	-28	-39	-12	-16	-20	-31	-5	-6	-8	-12
6	10	-40	-40	-40	-40	-105	-30	-30	-20	-20	-10	-10	-10	-4	-4	-4	-4
10	18	-50	-50	-50	-50	-130	-76	-98	-40	-47	-61	-22	-28	-40	-8	-9	-12
18	30	-65	-65	-65	-65	-120	-77	-93	-50	-50	-59	-75	-27	-32	-16	-16	-6
30	50	-80	-80	-80	-80	-160	-80	-80	-50	-50	-50	-50	-43	-43	-59	-11	-6
50	80	-100	-100	-100	-100	-240	-119	-142	-80	-80	-80	-80	-40	-40	-20	-20	-7
80	120	-120	-120	-120	-120	-290	-146	-174	-100	-100	-100	-100	-73	-73	-53	-72	-7
120	180	-145	-145	-145	-145	-395	-174	-208	-220	-220	-220	-220	-134	-134	-49	-60	-7
180	250	-170	-170	-170	-170	-460	-145	-185	-145	-145	-145	-145	-85	-85	-43	-43	-7
250	315	-190	-190	-190	-190	-510	-242	-271	-320	-320	-320	-320	-191	-191	-110	-110	-7
315	400	-210	-210	-210	-210	-570	-216	-242	-285	-355	-440	-440	-172	-172	-215	-215	-7
400	500	-230	-230	-230	-230	-630	-293	-327	-385	-385	-385	-385	-290	-290	-198	-198	-3

(Tiếp theo bảng 9)

Kích thước danh nghĩa		h																
Trên	Đến và bao gồm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 ⁱ⁾	15 ⁱ⁾	16 ⁱ⁾	17 ⁱ⁾
-	3 ⁱ⁾	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	-61	-14	-0,25	-0,4	-0,6		
3	6	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	
	-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	
	-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	
	-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	
	-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	
	-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	
	-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	
	-35	-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	
	-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	
	-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	
	-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	
	-8	-10	-15	-20	-27	-40	-63	-97	-155	-250	-400	-0,63	-0,97	-1,55	-2,5	-4	-6,3	

1) |T14 – |T18 Không dùng cho các kích thước nhỏ hơn hoặc bằng 1 mm

(Tiếp theo bảng 9)

Trên -	Đến và bao gồm nghĩa, mm	js						K						m						n						
		4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	7	
3	3	±1,5	±2	±3	±5	+3	+4	+6	+10	+5	+6	+8	+12	+7	+8	+10	+14	+4	+4	+4	+4	+16	+13	+16	+20	
3	6	±2	±2,5	±4	±6	+5	+6	+9	+13	+8	+9	+12	+16	+12	+16	+12	+16	+4	+4	+4	+4	+8	+8	+8	+8	
6	10	±2	±3	±4,5	±7,5	+5	+7	+10	+16	+10	+12	+15	+21	+14	+16	+14	+16	+16	+16	+16	+16	+16	+16	+16	+16	+20
10	18	±2,5	±4	±5,5	±9	+6	+9	+12	+19	+12	+15	+18	+25	+17	+20	+17	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20
18	30	±3	±4,5	±6,5	±10,5	+8	+11	+15	+23	+14	+17	+21	+29	+21	+24	+24	+24	+24	+24	+24	+24	+24	+24	+24	+24	+24
30	50	±3,5	±5,5	±8	±12,5	+9	+13	+18	+27	+16	+20	+25	+34	+24	+28	+28	+28	+28	+28	+28	+28	+28	+28	+28	+28	+28
50	80	±4	±6,5	±9,5	±15	+10	+15	+21	+32	+19	+24	+30	+41	+28	+33	+33	+33	+33	+33	+33	+33	+33	+33	+33	+33	+33
80	120	±6	±7,5	±11	±17,5	+13	+18	+25	+38	+23	+28	+35	+48	+33	+38	+38	+38	+38	+38	+38	+38	+38	+38	+38	+38	+38
120	180	±6	±9	±12,5	±20	+15	+21	+28	+43	+27	+33	+40	+55	+39	+45	+45	+45	+45	+45	+45	+45	+45	+45	+45	+45	+45
180	250	±7	±10	±14,5	±23	+18	+24	+33	+50	+31	+37	+46	+63	+45	+51	+51	+51	+51	+51	+51	+51	+51	+51	+51	+51	+51
250	315	±8	±11,5	±16	±26	+20	+27	+36	+56	+36	+43	+52	+72	+50	+57	+57	+57	+57	+57	+57	+57	+57	+57	+57	+57	+57
315	400	±9	±12,5	±18	±28,5	+22	+29	+40	+61	+39	+46	+57	+78	+55	+62	+62	+62	+62	+62	+62	+62	+62	+62	+62	+62	+62
400	500	±10	±13,5	±20	±31,5	+25	+32	+45	+68	+43	+50	+63	+86	+60	+67	+67	+67	+67	+67	+67	+67	+67	+67	+67	+67	+67

Kích thước danh nghĩa (mm)		P			T			S		
Trên	Đến và bao gồm	5	6	7	5	6	7	5	6	7
-	3	+ 10	+ 12	+ 16	+ 14	+ 16	+ 20	+ 18	+ 20	+ 24
		+ 6	+ 6	+ 6	+ 10	+ 10	+ 10	+ 14	+ 14	+ 14
3	6	+ 17	+ 20	+ 24	+ 20	+ 23	+ 27	+ 24	+ 27	+ 31
		+ 12	+ 12	+ 12	+ 15	+ 15	+ 15	+ 19	+ 19	+ 19
6	10	+ 21	+ 24	+ 30	+ 25	+ 28	+ 34	+ 29	+ 32	+ 38
		+ 15	+ 15	+ 15	+ 19	+ 19	+ 19	+ 23	+ 23	+ 23
10	18	+ 26	+ 29	+ 36	+ 31	+ 34	+ 41	+ 36	+ 39	+ 46
		+ 18	+ 18	+ 18	+ 23	+ 23	+ 23	+ 28	+ 28	+ 28
18	30	+ 31	+ 35	+ 43	+ 37	+ 41	+ 49	+ 44	+ 48	+ 56
		+ 22	+ 22	+ 22	+ 28	+ 28	+ 28	+ 35	+ 35	+ 35
30	50	+ 37	+ 42	+ 51	+ 45	+ 50	+ 59	+ 54	+ 59	+ 68
		+ 26	+ 26	+ 26	+ 34	+ 34	+ 34	+ 43	+ 43	+ 43
50	65	+45	+51	+62	+ 54	+ 60	+ 71	+ 66	+ 72	+ 83
					+ 41	+ 41	+ 41	+ 53	+ 53	+ 53
65	80	+32	+32	+32	+ 56	+ 62	+ 73	+ 72	+ 78	+ 89
					+ 43	+ 43	+ 43	+ 59	+ 59	+ 59
80	100	+ 52	+ 59	+ 72	+ 66	+ 73	+ 86	+ 86	+ 93	+ 106
					+ 51	+ 51	+ 51	+ 71	+ 71	+ 71
100	120	+ 37	+ 37	+ 37	+ 69	+ 76	+ 89	+ 94	+ 101	+ 114
					+ 54	+ 54	+ 54	+ 79	+ 79	+ 79
120	140	+ 61	+ 68	+ 83	+ 81	+ 88	+ 103	+ 110	+ 117	+ 132
					+ 63	+ 63	+ 63	+ 92	+ 92	+ 92
140	160	+ 43	+ 43	+ 43	+ 83	+ 90	+ 105	+ 118	+ 125	+ 140
					+ 65	+ 65	+ 65	+ 100	+ 100	+ 100
160	180	+ 70	+ 79	+ 96	+ 86*	+ 93	+ 108	+ 126	+ 133	+ 148
					+ 68	+ 68	+ 68	+ 108	+ 108	+ 108
180	200	+ 50	+ 50	+ 50	+ 97	+ 106	+ 123	+ 142	+ 151	+ 168
					+ 77	+ 77	+ 77	+ 122	+ 122	+ 122
200	225	+ 79	+ 88	+ 108	+ 100	+ 109	+ 126	+ 150	+ 159	+ 176
					+ 80	+ 80	+ 80	+ 130	+ 130	+ 130
225	250	+ 79	+ 88	+ 108	+ 104	+ 113	+ 130	+ 160	+ 169	+ 186
					+ 84	+ 84	+ 84	+ 140	+ 140	+ 140
250	280	+ 56	+ 56	+ 56	+ 117	+ 126	+ 146	+ 181	+ 190	+ 210
					+ 94	+ 94	+ 94	+ 158	+ 158	+ 158
280	315	+ 87	+ 98	+ 119	+ 121	+ 130	+ 150	+ 193	+ 202	+ 222
					+ 98	+ 98	+ 98	+ 170	+ 170	+ 170
315	355	+ 62	+ 62	+ 62	+ 133	+ 144	+ 165	+ 215	+ 226	+ 247
					+ 108	+ 108	+ 108	+ 190	+ 190	+ 190
355	400	+ 95	+ 108	+ 131	+ 139	+ 150	+ 171	+ 233	+ 244	+ 265
					+ 114	+ 114	+ 114	+ 208	+ 208	+ 208
400	450	+ 68	+ 68	+ 68	+ 153	+ 166	+ 189	+ 259	+ 272	+ 295
					+ 126	+ 126	+ 126	+ 232	+ 232	+ 232
450	500	+ 68	+ 68	+ 68	+ 159	+ 172	+ 195	+ 279	+ 292	+ 315
					+ 132	+ 132	+ 132	+ 252	+ 252	+ 252

(Tiếp theo bảng 9)

Kích thước danh nghĩa (mm)		t			u			x	z
Trên	Đến và bao gồm	5	6	7	6	7	8	8	8
-	3				+ 24 + 18	+ 28 + 18	+ 32 + 18	+ 34 + 20	+ 40 + 26
3	6				+ 31 + 23	+ 35 + 23	+ 41 + 23	+ 46 + 28	+ 53 + 35
6	10				+ 37 + 28	+ 43 + 28	+ 50 + 28	+ 56 + 34	+ 64 + 42
10	14				+ 44	+ 51	+ 60	+ 67 + 40	+ 77 + 50
14	18				+ 33	+ 33	+ 33	+ 72 + 45	+ 87 + 60
18	24				+ 54 + 41	+ 62 + 41	+ 74 + 41	+ 87 + 54	+ 106 + 73
24	30	+ 50 + 41	+ 54 + 41	+ 62 + 41	+ 61 + 48	+ 69 + 48	+ 81 + 48	+ 97 + 64	+ 121 + 88
30	40	+ 59 + 48	+ 64 + 48	+ 73 + 48	+ 76 + 60	+ 85 + 60	+ 99 + 60	+ 119 + 80	+ 151 + 112
40	50	+ 65 + 54	+ 70 + 54	+ 79 + 54	+ 86 + 70	+ 95 + 70	+ 109 + 70	+ 136 + 97	+ 175 + 136
50	65	+ 79 + 66	+ 85 + 66	+ 96 + 66	+ 106 + 87	+ 117 + 87	+ 133 + 87	+ 168 + 122	+ 218 + 172
65	80	+ 88 + 75	+ 94 + 75	+ 105 + 75	+ 121 + 102	+ 132 + 102	+ 148 + 102	+ 192 + 146	+ 256 + 210
80	100	+ 106 + 91	+ 113 + 91	+ 126 + 91	+ 146 + 124	+ 159 + 124	+ 178 + 124	+ 232 + 178	+ 312 + 258
100	120	+ 119 + 104	+ 126 + 104	+ 139 + 104	+ 166 + 144	+ 179 + 144	+ 198 + 144	+ 264 + 210	+ 364 + 310
120	140	+ 140 + 122	+ 147 + 122	+ 162 + 122	+ 195 + 170	+ 210 + 170	+ 233 + 170	+ 311 + 248	+ 428 + 365
140	160	+ 152 + 134	+ 159 + 134	+ 174 + 134	+ 215 + 190	+ 230 + 190	+ 253 + 190	+ 343 + 280	+ 478 + 415
160	180	+ 164 + 146	+ 171 + 146	+ 186 + 146	+ 235 + 210	+ 250 + 210	+ 273 + 210	+ 373 + 310	+ 528 + 465
180	200	+ 186 + 166	+ 195 + 166	+ 212 + 166	+ 265 + 236	+ 282 + 236	+ 308 + 236	+ 422 + 350	+ 592 + 520
200	225	+ 200 + 180	+ 209 + 180	+ 226 + 180	+ 287 + 258	+ 304 + 258	+ 330 + 258	+ 457 + 385	+ 647 + 575
225	250	+ 216 + 196	+ 225 + 196	+ 242 + 196	+ 313 + 284	+ 330 + 284	+ 356 + 284	+ 497 + 425	+ 712 + 640
250	280	+ 241 + 218	+ 250 + 218	+ 270 + 218	+ 347 + 315	+ 367 + 315	+ 396 + 315	+ 556 + 475	+ 791 + 710
280	315	+ 263 + 240	+ 272 + 240	+ 292 + 240	+ 382 + 350	+ 402 + 350	+ 431 + 350	+ 606 + 525	+ 871 + 790
315	355	+ 293 + 268	+ 304 + 268	+ 325 + 268	+ 382 + 390	+ 447 + 390	+ 479 + 390	+ 679 + 590	+ 989 + 900
355	400	+ 319 + 294	+ 330 + 294	+ 351 + 294	+ 471 + 435	+ 492 + 435	+ 524 + 435	+ 749 + 660	+ 1089 + 1000
400	450	+ 357 + 330	+ 370 + 330	+ 393 + 330	+ 530 + 490	+ 553 + 490	+ 587 + 490	+ 837 + 740	+ 1197 + 1100
450	500	+ 387 + 360	+ 400 + 360	+ 423 + 360	+ 580 + 540	+ 603 + 540	+ 637 + 540	+ 917 + 820	+ 1347 + 1250

Bảng 10. 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

Chú thích: 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 = 55 mm, D = 120 mm, b = 29 mm, r = 3

Bảng II. Kích thước cơ bản của then hoa răng chữ nhật

Z x d x D	b	d ₁ Không nhỏ hơn	a	f Kích thước danh nghĩa	Sai lệch giới hạn	r không lớn hơn
Loại trung						
6 x 13 x 16	3,5	12,0	-	0,3	0,2	0,2
6 x 16 x 20	4,0	14,5	-	0,3	0,2	0,2
6 x 18 x 22	5,0	16,7	-	0,3	0,2	0,2
6 x 21 x 25	5,0	19,5	-	0,3	0,2	0,2
6 x 23 x 28	6,0	21,3	1,95	0,3	0,2	0,2
6 x 26 x 32	6,0	23,4	1,34	0,4	0,2	0,3
6 x 28 x 34	7,0	25,9	1,65	0,4	0,2	0,3
8 x 32 x 38	6,0	29,4	1,70	0,4	0,2	0,3
8 x 36 x 42	7,0	33,5	-	0,4	0,2	0,3
8 x 42 x 48	8,0	39,5	1,62	0,4	0,2	0,3
8 x 46 x 54	9,0	42,7	2,57	0,5	0,3	0,5
8 x 52 x 60	10,0	48,7	-	0,5	0,3	0,5
8 x 56 x 65	10,0	52,2	2,44	0,5	0,3	0,5
8 x 62 x 72	12,0	57,8	2,50	0,5	0,3	0,5
10 x 72 x 82	12,0	67,4	2,4	0,5	0,3	0,5
10 x 82 x 92	12,0	77,1	-	0,5	0,3	0,5

Bảng 12. Lắp ghép theo đường kính định tâm d

Miền dung sai của lỗ	Sai lệch cơ bản của trục					
	e	f	g	h	J _s	n
H6			$\frac{H6}{g5}$		$\frac{H6}{j_s 5}$	
H7	$\frac{H7}{e8}$	$\frac{H7}{f7}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6} \frac{H7}{h7}$	$\frac{H6}{j_s 6} \frac{H6}{j_s 7}$	$\frac{H6}{n6}$
H8	$\frac{H8}{e8} \left[\frac{H8}{e9} \right]$					

Bảng 13. Lắp ghép theo chiều rộng b (khi định tâm theo d)

Miền dung sai của lỗ	Sai lệch cơ bản của trục									
	d	e	f		g	h		J _s	k	
F8	$\frac{F8}{d8}$		$\frac{F8}{f7}$	$\frac{F8}{f8}$		$\frac{F8}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$	$\frac{F8}{h9}$	$\frac{F8}{j_s 7}$	
H8						$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{h8}$	$\left[\frac{H8}{h9} \right]$	$\frac{H8}{j_s 7}$	
D9	$\frac{D9}{d9}$	$\frac{D9}{e8}$	$\frac{D9}{f7}$	$\frac{D9}{f8}$	$\frac{D9}{f9}$	$\frac{D9}{h8}$	$\frac{D9}{h9}$	$\frac{D9}{j_s 7}$	$\frac{D9}{k7}$	
D10	$\frac{D10}{d9}$									
F10	$\frac{F10}{d9}$	$\frac{F10}{e8}$	$\frac{F10}{f7}$	$\frac{F10}{f8}$	$\frac{F10}{f9}$	$\frac{F10}{h7}$	$\frac{F10}{h8}$	$\frac{F10}{h9}$	$\frac{F10}{j_s 7}$	$\frac{F10}{k7}$
J _s 10	$\frac{J_s 10}{d10}$									

Bảng 14. Lắp ghép theo đường kính định tâm D

Miền dung sai của lỗ	Sai lệch cơ bản của trục					
	e	f	g	h	J _s	n
H7		$\frac{H7}{f7}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H7}{j_s 6}$	$\frac{H7}{n6}$
H8				$\frac{H8}{h7}$		

Bảng 15. Lắp ghép theo chiều rộng b (khi định tâm theo D)

Miền dung sai của lỗ	Sai lệch cơ bản của trục					
	d	e	f	g	h	J _s
F8	$\left[\frac{F8}{d9} \right]$	$\frac{F8}{e8}$	$\frac{F8}{f7} \frac{F8}{f8}$		$\frac{F8}{h7} \frac{F8}{h8}$	$\frac{F8}{j_s 7}$
D9	$\frac{D9}{d9}$	$\frac{D9}{e8}$	$\frac{D9}{f7}$		$\frac{D9}{h8}$	$\frac{D9}{j_s 7}$
F10		$\frac{F10}{e9}$	$\frac{F10}{f7}$		$\frac{F10}{h9}$	
J _s 10	$\frac{J_s 10}{d10}$					

Bảng 16. Sai lệch giới hạn kích thước ren trong TCVN 1917-93

Đường kính đanh nghĩa của ren d, mm	Bước ren p, mm	Miền dung sai ren trong									
		6H					7H				
		Đường kính ren, mm									
		D	D ₂	D ₁	D	D ₁	D ₂	D	D ₂	D ₁	Sai lệch giới hạn
EI ES EI ES EI ES EI ES EI ES EI											
Trên 2,8 đến 5,6	0,25	0	+75	0	+71	0	-	-	0	-	-
	0,35	0	+90	0	+100	0	-	-	0	-	-
	0,5	0	+100	0	+140	0	0	+125	0	+180	0
	0,6	0	+112	0	+160	0	0	+140	0	+200	0
	0,7	0	+116	0	+180	0	0	+150	0	+224	0
	0,75	0	+118	0	+190	0	0	+150	0	+238	0
	0,8	0	+125	0	+200	0	0	+160	0	+250	0
	1,0	0	+132	0	+216	0	0	+170	0	+276	0
Trên 5,6 đến 11,2	0,25	0	+85	0	+71	0	-	-	0	-	-
	0,35	0	+95	0	+100	0	-	-	0	-	-
	0,5	0	+112	0	+140	0	0	+140	0	+180	0
	0,75	0	+132	0	+190	0	0	+170	0	+236	0
	1,0	0	+156	0	+236	0	0	+190	0	+300	0
	1,25	0	+160	0	+265	0	0	+200	0	+335	0
	1,5	0	+180	0	+300	0	0	+224	0	+375	0
	2,0	0	+190	0	+335	0	0	+236	0	+357	0
Trên 11,2 đến 22,4	0,35	0	+100	0	+100	0	-	-	0	-	-
	0,5	0	+118	0	+110	0	0	+150	0	+180	0
	0,75	0	+140	0	+190	0	0	+180	0	+236	0
	1,0	0	+160	0	+236	0	0	+200	0	+300	0
	1,25	0	+180	0	+265	0	0	+224	0	+335	0
	1,5	0	+190	0	+300	0	0	+236	0	+357	0
	1,75	0	+200	0	335	0	0	+250	0	+425	0
	2,0	0	+212	0	+357	0	0	+265	0	+475	0
Trên 22,4 đến 45	2,5	0	+224	0	+450	0	0	+280	0	+560	0
	3,0	0	+238	0	-	-	-	-	-	-	-
	3,5	0	+200	0	+300	0	0	+250	0	+375	0
	4,0	0	+224	0	+375	0	0	+280	0	+475	0
	4,5	0	+238	0	+500	0	0	+335	0	+630	0
	5,0	0	+265	0	+560	0	0	+355	0	+630	0
	5,5	0	+280	0	600	0	0	+375	0	+750	0
	6,0	0	+300	0	670	0	0	+400	0	+850	0
Trên 45 đến 90	6,5	0	+315	0	600	0	0	+400	0	+730	0
	7,0	0	+335	0	710	0	0	+425	0	+900	0
	7,5	0	+355	0	758	0	0	+450	0	+950	0
	8,0	0	+375	0	800	0	0	+475	0	+1000	0

Bảng 17. Sai lệch giới hạn kích thước ren ngoài TCVN 1917-93

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren p, mm	Miền dung sai ren ngoài									
		6e					6g				
		d		d ₂		d ₁	d		d ₂		d ₁
		Sai lệch giới hạn, μm									
Trên 2,8 đến 5,6	0,25	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es
	0,35	-	-	-	-	-	-18	-85	-18	-74	-18
	0,5	-50	-156	-50	-125	-50	-19	-104	-19	-86	-19
	0,6	-53	-178	-53	-138	-53	-20	-126	-20	-95	-20
	0,7	-56	-196	-56	-146	-56	-21	-146	-21	-102	-21
	0,75	-56	-196	-56	-146	-56	-22	-162	-22	-112	-22
	0,8	-60	-210	-60	-155	-60	-24	-174	-24	-119	-24
Trên 5,6 đến 11,2	0,25	-	-	-	-	-	-18	-85	-18	81	-18
	0,35	-	-	-	-	-	-19	-101	-19	-90	-19
	0,5	-50	-156	-50	-135	-50	-20	-126	-20	-105	-20
	0,75	-56	-196	-56	-156	-56	-22	-162	-22	-122	-22
	1	-60	-210	-60	-172	-60	-26	-206	-26	-138	-26
	1,25	-63	-275	-63	-181	-63	-28	-240	-28	-146	-28
	1,5	-67	-303	-67	-199	-67	-32	-268	-32	-164	-32
Trên 11,2 đến 22,4	0,35	-	-	-	-	-	-19	-104	-19	-91	-19
	0,5	-50	-156	-50	-140	-50	-20	-126	-20	-110	-20
	0,75	56	-196	-56	-162	-56	-22	-162	-22	-128	-22
	1	-60	-240	-60	-178	-60	-26	-206	-26	-144	-26
	1,25	-63	-275	-63	-195	-63	-28	-240	-28	-160	-28
	1,5	-67	-303	-67	-207	-67	-32	-268	-32	-172	-32
	1,75	-71	-336	-71	-221	-71	-34	-290	-34	-184	-34
	2	-71	-351	-71	-231	-71	-38	-318	-38	-198	-38
	2,5	-80	-415	-80	-250	-80	-42	-377	-42	-212	-42
	3	-85	-460	-85	-285	-85	-48	-423	-48	-248	-48
Trên 22,4 đến 45	3,5	-90	-515	-90	-302	-90	-53	-478	-53	-265	-53
	4	-95	-570	-95	-319	-95	-60	-535	-60	-284	-60
	4,5	-100	-600	-100	-336	-100	-63	-563	-63	-299	-63
	5	-106	-636	-106	-356	-106	-71	-601	-71	-321	-71
	5,5	-112	-672	-112	-377	-112	-75	-635	-75	-340	-75
	6	-118	-718	-118	-398	-118	-80	-680	-80	-360	-80
	7	-124	-754	-124	-414	-124	-84	-704	-84	-380	-84
	8	-130	-790	-130	-430	-130	-90	-730	-90	-396	-90

Bảng 18. Giá trị sai lệch cơ bản (ren hình thang)

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

Bảng 19. Dung sai đường kính trung bình (ren hình thang)

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren p. mm	Vít						Đai ốc	
		Đường kính trung bình			Đường kính trung bình				
		Cấp chính xác			7	8	9		
Trên	Đến	Dung sai Td_2 , mm				Dung sai TD_2 , mm			
		7	8	9	10	7	8	9	
9,9	11,2	2	190	236	300	375	250	315	400
		3	212	265	335	425	280	355	450
11,2	22,4	2	200	250	315	400	265	335	425
		3	224	280	355	450	300	375	475
		4	265	335	425	530	355	450	560
22,4	45	2	212	265	335	425	210	355	450
		3	250	315	400	500	335	425	530
		5	300	375	475	600	400	500	630
		6	335	425	530	670	450	560	710
		8	375	475	600	750	500	630	800
		10	400	500	630	800	530	670	850
		12	425	530	670	850	560	710	900
		3	265	335	425	530	355	450	560
45	90	4	300	375	475	600	400	500	630
		5	335	425	530	670	450	560	710
		8	400	500	630	800	530	670	850
		10	425	530	670	850	560	710	900
		12	475	600	750	950	630	800	1000
		16	530	670	850	1060	710	900	1120
		20	560	710	900	1120	750	950	1180

Bảng 20. Dung sai đường kính trong của vít (ren hình thang)

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren p, mm	Vít				
		Đường kính trong			Cấp chính xác	
		7	8	9	10	
Trên	Đến	Dung sai $T_d, \text{ } \mu\text{m}$				
9,9	11,2	2	310	440	520	620
		3	350	500	590	700
11,2	22,4	2	320	460	540	650
		3	370	520	610	730
		4	430	610	720	860
22,4	45	2	340	480	570	680
		3	400	570	670	800
		5	480	680	810	960
		6	540	770	900	1090
		8	600	860	1020	1220
		10	650	920	1090	1300
		12	690	1000	1190	1400
		3	420	590	700	840
		4	470	660	780	940
		5	530	740	880	1070
45	90	8	630	890	1050	1260
		10	680	960	1140	1360
		12	750	1080	1270	1520
		16	850	1210	1440	1600
		20	910	1320	1550	1820

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

**Bảng 21. Dung sai đường kính ngoài vít và đường kính trong đai ốc
(ren hình thang)**

Bước ren p, mm	Vít		Đai ốc	
	Đường kính ngoài		Đường kính trong	
	Cấp chính xác			
	4		4	
	Dung sai $T_d, \text{ } \mu\text{m}$		Dung sai $T_n, \text{ } \mu\text{m}$	
2	180		236	
3	236		315	
4	300		375	
5	335		450	
6	375		500	
8	450		630	
10	530		710	
12	600		800	
16	710		1000	
20	850		1180	
24	950		1320	
32	1120		1600	

Bảng 22. Mức làm việc êm (các chỉ tiêu f_u , f_{pu} , f_{phr} , f_{fr} , f_{ur})

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m, mm	Đường kính chia d, mm						
			Dến 125	>125 - 400	>400 - 800	>800 - 1600	>1600 - 2500	>2500 - 4000	>4000 - 6300
			μm						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	f_u	Từ 1 - 3,5	25	30	36	40	56	-	-
		> 3,5 - 6,3	32	36	40	50	63	80	-
		> 6,3 - 10	36	40	50	56	71	90	112
		> 10 - 16	-	50	56	63	80	100	125
		> 16 - 25	-	63	71	80	90	112	140
	f_{pu}	Từ 1- 3,5	± 14	± 16	± 18	± 20	± 22	-	-
		> 3,5 - 6,3	± 18	± 20	± 20	± 22	± 25	± 28	-
		> 6,3 - 10	± 20	± 22	± 25	± 25	± 28	± 32	± 36
		> 10 - 16	-	± 25	± 28	± 28	± 32	± 36	± 40
		> 16 - 25	-	± 32	± 36	± 36	± 40	± 40	± 45
8	f_{phr}	Từ 1 - 3,5	± 13	± 15	± 17	± 19	± 21	-	-
		> 3,5 - 6,3	± 17	± 19	± 19	± 21	± 24	± 26	-
		> 6,3 - 10	± 19	± 21	± 24	± 24	± 26	± 30	± 34
		> 10 - 16	-	± 24	± 26	± 26	± 30	± 34	± 38
		> 16 - 25	-	± 30	± 34	± 34	± 38	± 38	± 42
	f_{fr}	Từ 1 - 3,5	11	13	17	24	36	-	-
		> 3,5 - 6,3	14	16	20	28	38	53	-
		> 6,3 - 10	17	19	24	30	40	56	80
		> 10 - 16	-	22	26	34	45	60	85
		> 16 - 25	-	30	36	42	53	67	95
9	f_u	Từ 1 - 3,5	20	22	25	28			
		> 3,5 - 6,3	25	28	28	32			
		> 6,3 - 10	28	32	32	36			
		> 10 - 16	-	36	40	40			
	f_{ur}	Từ 1- 3,5	36	40	50	63	80	-	-
		> 3,5 - 6,3	45	50	56	71	90	125	-
		> 6,3 - 10	50	60	71	80	100	140	160
		> 10 - 16	-	71	80	90	112	140	200
		> 16 - 25	-	90	100	112	140	160	224
		Từ 1 - 3,5	± 20	± 22	± 25	± 28	± 32	-	-
10	f_{ur}	> 3,5 - 6,3	± 25	± 28	± 28	± 32	± 36	± 40	-
		> 6,3 - 10	± 28	± 32	± 36	± 36	± 40	± 45	± 50
		> 10 - 16	-	± 36	± 40	± 40	± 45	± 50	± 56
		> 16 - 25	-	± 45	± 50	± 50	± 56	± 56	± 63
		> 25 - 40	-	-	± 63	± 63	± 71	± 71	± 80

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	f_{ph}	Từ 1 - 3,5	± 19	± 21	± 21	± 26	± 30	-	-
		> 3,5 - 6,3	± 24	± 26	± 26	± 30	± 34	± 38	-
		> 6,3 - 10	± 26	± 30	± 34	± 34	± 38	± 42	± 48
		> 10 - 16	-	± 34	± 38	± 38	± 42	± 48	± 55
		> 16 - 25	-	± 42	± 48	± 48	± 53	± 53	± 60
		> 25 - 40	-	-	± 60	± 60	± 67	± 67	± 75
		Từ 1 - 3,5	14	18	25	36	50	-	-
	f_t	> 3,5 - 6,3	20	22	28	40	56	80	-
		> 6,3 - 10	20	28	36	45	63	85	125
		> 10 - 16	-	32	40	50	71	90	130
		> 16 - 25	-	45	56	63	80	100	150
		Từ 1 - 3,5	28	32	36	40			
	f_t''	> 3,5 - 6,3	36	40	40	45			
		> 6,3 - 10	40	45	45	50			
		> 10 - 16	-	50	56	56			
		Từ 1 - 3,5	± 28	± 32	± 36	± 40	± 45	-	-
		> 3,5 - 6,3	± 36	± 40	± 40	± 45	± 50	± 56	-
	F_{pt}	> 6,3 - 10	± 40	± 45	± 50	± 50	± 56	± 63	± 71
		> 10 - 16	-	± 50	± 56	± 56	± 63	± 71	± 80
		> 16 - 25	-	± 63	± 71	± 71	± 80	± 80	± 90
		> 25 - 40	-	-	± 90	± 90	± 100	± 100	± 112
		> 40 - 55	-	-	± 112	± 125	± 125	± 140	± 140
		Từ 1 - 3,5	± 26	± 30	± 34	± 38	± 42	-	-
		> 3,5 - 6,3	± 34	± 38	± 38	± 42	± 48	± 53	-
	9	> 6,3 - 10	± 38	± 42	± 48	± 45	± 53	± 60	± 67
		> 10 - 16	-	± 48	± 53	± 50	± 60	± 67	± 75
		f_{ph}	-	± 60	± 67	± 67	± 75	± 74	± 85
		> 16 - 25	-	-	± 85	± 85	± 95	± 95	± 106
		> 25 - 40	-	-	± 106	± 118	± 118	± 132	± 132
		> 40 - 55	-	-					
		Từ 1 - 3,5	38	40	45	50			
	f_t''	> 3,5 - 6,3	45	50	50	56			
		> 6,3 - 10	50	56	56	63			
		> 10 - 16	-	63	71	71			

Chú thích:

Các kí hiệu được dùng

f_t - dung sai sai số động học cục bộ của bánh răng

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

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

f_t'' - dung sai sai số pröfin răng

f_t''' - dung sai đồ dao động khoảng cách trực do sau một răng

Bảng 23. Mức tiếp xúc của răng trong bộ truyền (vết tiếp xúc tổng)

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

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

Bảng 24. Mức khe hở cạnh răng chỉ tiêu (J_{nmin} , f_{ar})

Dạng đối tiếp	Cấp sai lệch khoảng cách trực	Ki hiệu	Khoảng cách trực a_n , mm										
			μm										
			Đến 80 -125	>80 -125	>125 -180	>180 -250	>250 -315	>315 -400	>400 -500	>500 -630	>630 -800	>800 -1000	>1000 -1250
H	II		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	II		30	35	40	46	52	57	63	70	80	90	105
D	III	J_{nmin}	46	54	63	72	81	89	97	110	125	140	165
C	IV		74	87	100	115	130	140	155	175	200	230	265
B	V		120	140	160	185	210	230	250	280	320	360	420
A	VI		190	220	250	290	320	360	400	440	500	560	660
	I		± 10	± 11	± 12	± 14	± 16	± 18	± 20	± 22	± 25	± 28	± 35
H.E	II	f_{ar}	± 16	± 18	± 20	± 22	± 25	± 28	± 30	± 35	± 40	± 45	± 50
D	III		± 25	± 28	± 30	± 35	± 40	± 45	± 50	± 55	± 60	± 70	± 80
C	IV		± 35	± 45	± 50	± 55	± 60	± 70	± 80	± 90	± 100	± 110	± 140
B	V		± 60	± 70	± 80	± 90	± 100	± 110	± 120	± 140	± 160	± 180	± 220
A	VI		± 100	± 110	± 120	± 140	± 160	± 180	± 200	± 220	± 250	± 280	± 350

Chú thích: Cấp sai lệch khoảng cách trực dùng khi thay đổi sự lượng ứng giữa dạng đối tiếp và cấp sai lệch khoảng cách trực.
 J_{nmin} – khe hở cạnh răng cần thiết
 $\pm f_{ar}$ – sai lệch giới hạn khoảng cách trực

Bảng 25. Mức khe hở cạnh răng (Chỉ tiêu ($-E_{wme}$) hoặc ($+E_{wmI}$) thành phần I và ($-E_{we}$) hoặc ($+E_{wi}$))

Đang đối tiếp	Cấp chính xác mức làm việc éém	Đường kính chia d, mm									
		Đến 80	> 80 - 125	> 125 - 180	> 180 - 250	> 250 - 315	> 315 - 400	> 400 - 500	> 500 - 630	> 630 - 800	> 800 - 1000
		μm									
H	3-6	8	10	11	12	14	16	18	20	22	25
	7	10	10	12	14	16	18	20	22	25	28
E	3-6	20	24	28	30	35	40	45	50	55	60
	7	25	30	30	35	40	45	50	55	60	70
D	3-6	30	35	40	50	55	60	70	70	90	100
	7	35	40	50	55	60	70	70	80	100	110
	8	40	50	50	60	70	70	80	90	110	120
C	3-6	50	60	70	80	90	100	110	120	140	160
	7	55	70	70	80	100	110	120	140	140	160
	8	60	80	80	100	110	120	140	140	160	200
	9	70	80	100	110	120	140	140	160	200	200
B	3-6	80	100	110	120	140	160	180	200	220	250
	7	100	110	120	140	180	180	200	200	250	280
	8	100	110	140	140	180	200	200	250	280	300
	9	110	120	140	160	200	200	250	280	300	300
	10	110	140	160	180	200	250	250	280	350	350
	11	120	160	180	200	200	250	280	280	350	350
A	3-6	120	140	180	200	220	250	280	300	350	400
	7	140	180	200	200	250	280	300	350	350	400
	8	160	200	200	250	280	300	350	350	400	500
	9	180	200	250	280	280	350	350	400	500	550
	10	200	200	250	280	300	350	400	400	500	550
	11	200	250	280	300	350	350	400	500	550	600
	12	200	250	300	350	350	400	500	500	550	600
<p>Chú thích:</p> <p>E_{wme} - sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung trung bình (thành phần I) của bánh răng ăn khớp ngoài (có dấu âm).</p> <p>E_{we} - sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung của bánh răng ăn khớp ngoài (có dấu âm).</p> <p>E_{wmI} - sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung trung bình (thành phần I) của bánh răng ăn khớp trong (có dấu dương).</p> <p>E_{wi} - sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung của bánh răng ăn khớp trong (có dấu dương).</p>											

**Bảng 26. Mức khe hở cạnh răng (Chỉ tiêu (-E_{wme}) hoặc (+E_{wmi}),
thành phần II, μm)**

Dung sai độ đảo hướng tâm vành răng F,													
>16	>20	>25	>32	>40	>50	>60	>80	>100	>125	>160	>200	>250	
-20	-25	-32	-40	-50	-60	-80	-100	-125	-160	-200	-250	-320	
4	5	7	9	11	14	18	22	25	35	45	55	70	

Chú thích: Trị số sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung trung bình E_{wme} (E_{wmi}) được xác định bằng tổng của thành phần I (bảng 20) với thành phần II (bảng 21).

BÀI TẬP - THỰC HÀNH

Phần một

HƯỚNG DẪN THỰC HÀNH

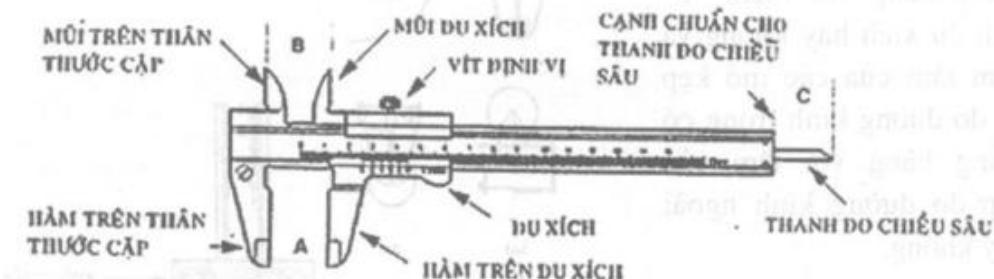
BÀI 1: HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG THƯỚC CẶP

Mục tiêu

Phải sử dụng thành thạo thước cặp, thành thạo cách đọc và ghi giá trị đo, áp dụng do được kích thước các thông số như đường kính trực, chiều dày chi tiết, đường kính lỗ, chiều rộng rãnh...

1. Phạm vi ứng dụng

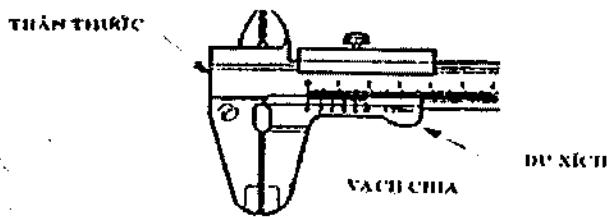
Trong các phân xưởng chế tạo cơ khí thước cặp được ứng dụng đo kích thước ngoài như đường kính trực, chiều dày chi tiết và đo kích thước trong như đường kính lỗ, chiều rộng rãnh, đo chiều sâu như chiều sâu của lỗ, rãnh hoặc khoảng cách giữa hai mặt phẳng. Có ba loại thước cặp: loại có số đo nhỏ nhất là 1/10mm, loại có số đo trung bình là 1/20mm, loại có số đo lớn nhất là 1/50mm trong đó thước cặp loại có số đo 1/20 được sử dụng nhiều nhất. Đây là những dụng cụ đo có độ chính xác cao, có thể đo được kích thước một cách chính xác, vì vậy chúng ta cần nắm vững phương pháp đo và cách thức sử dụng đúng. Thông thường thước cặp có thể đo được đường kính ngoài ở phần A, đường kính trong ở phần B và độ sâu ở phần C như hình vẽ.



2. Cấu tạo

Kết cấu của thước cặp gồm hai phần chủ yếu là phần cố định và phần di động. Phần cố định mang thước chính

có các khoảng chia 1 hoặc 0,5 mm, ví dụ loại thước 1/20mm mỗi vạch chia trên thước chính là 1mm, độ dài 19mm được chia thành 20 số trên du xích. Phần di động mang thước phụ còn gọi là du xích cho phép đọc phần thập phân của khoảng chia trên thước chính, có thể đọc chính xác đến 0,1; 0,05; 0,02mm, ví dụ loại thước 1/20 có thể đọc chính xác đến 0,05mm.



3. Phương pháp đọc giá trị đo

Đọc kết quả đo trên thước cặp phải theo nguyên tắc đọc phần nguyên của kết quả theo thước chính, còn phần thập phân thì theo thước phụ, tức là những số nguyên từ 1 trở đi của phép đo được đọc trên các vạch chia độ của thân thước và số thập phân nhỏ hơn 1mm được đọc trên vạch chia của du xích.

Hình minh họa trên cho thấy, vạch thứ 8 trên du xích thẳng hàng với vạch trên thân thước, vì vậy số đo phải được đọc là 46 (đọc trên thân thước) + (0,05 x 8)

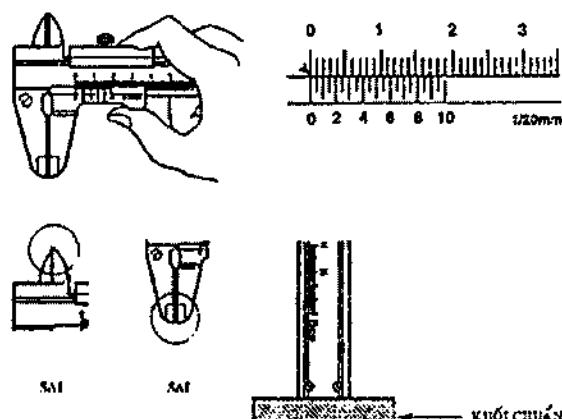
$$(\text{đọc trên du xích}) = 46 + 0,4 = 46,4 \text{ mm}$$



4. Phương pháp đo

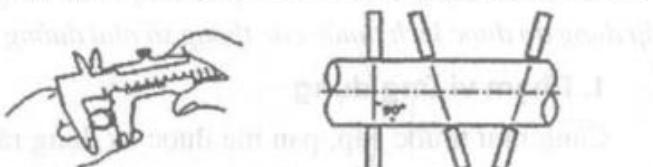
4.1. Trước khi đo

Trước khi đo, kiểm tra xem điểm "0" của vạch đo trên thân thước chính có thẳng hàng với điểm "0" trên du xích hay không và xem tâm của các mỏ kẹp để đo đường kính trong có thẳng hàng với tâm của kẹp đo đường kính ngoài hay không.



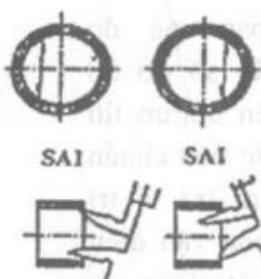
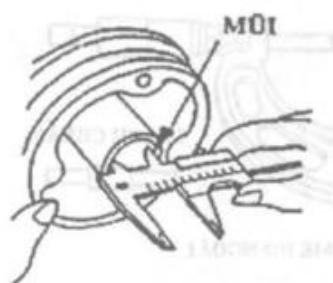
4.2. Tiến hành đo

- Đo đường kính ngoài: Để đo đường kính ngoài của một chi tiết bộ phận, đặt bộ phận cần đo giữa hàm kẹp của thân thước và du xích, đọc thước chia độ trên du xích của thước cặp. Trong khi đo thì để bộ phận cần đo càng sâu vào hàm kẹp càng tốt vì mũi kẹp quá mỏng đến nỗi có thể hỏng nhanh khi đo đường kính ngoài thường xuyên tại mũi kẹp. Chi nên dùng mũi kẹp để đo đường kính của rãnh hẹp.



DÙNG SAI SAI

- Đo đường kính trong: Để đo đường kính trong thì dùng các mũi đo của thân thước và du xích. Tựa mặt đo của mũi đo vào sát thành bên trong và đo.



- Đo độ sâu: Khi đo chiều sâu, tựa mặt chuẩn của thanh đo độ sâu sát vào điểm cuối của phần được đo một cách chắc chắn và đo.



DƯỜNG KÍNH DƯỜNG KÍNH TRONG DƯỜNG KÍNH TRONG LỚN TRUNG BÌNH TRONG NHỎ

Phương pháp đặt thanh đo chiều sâu
để đo độ sâu ống

Chú ý:

- Không được để thước cặp du xích trực tiếp dưới ánh nắng mặt trời hay trong những nơi có sự thay đổi nhiệt độ lớn.

- Sau khi đo, lau sạch thước cặp du xích bằng vải sạch, phết một lớp mờ chống rỉ vào thước cặp du xích và để nó vào trong hộp.

BÀI 2: HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG PAN ME

Mục tiêu: Học cách sử dụng pan me để đo kích thước các thông số như đường kính trục, chiều dày chi tiết,...

1. Phạm vi ứng dụng

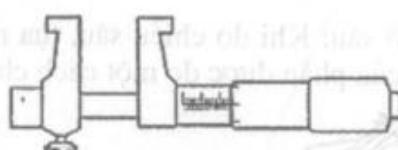
Cũng như thước cặp, pan me được sử dụng rất phổ biến trong các nhà máy hay trong các phân xưởng chế tạo cơ khí. Nó dùng để đo kích thước các chi tiết một cách chính xác như đường kính trục, chiều dày chi tiết,... khi chế tạo hoặc nghiệm thu. Có hai loại pan me: pan me đo ngoài, pan me đo trong, mỗi loại có nhiều kiểu và được phân theo dây số đo, thông thường dây số đo được phân loại ở khoảng cách 25mm.

Thước pan me đo ngoài với dây số đo 50 mm hoặc trên 50mm thì có đồng hồ đo tiêu chuẩn dùng để kiểm tra vị trí "0" và bộ phận vận điều chỉnh đặc biệt dùng để điều chỉnh vị trí "0".

Ngoài ra thước pan me cũng có loại sử dụng đơn vị đo là inch.



PAN ME ĐO NGOÀI



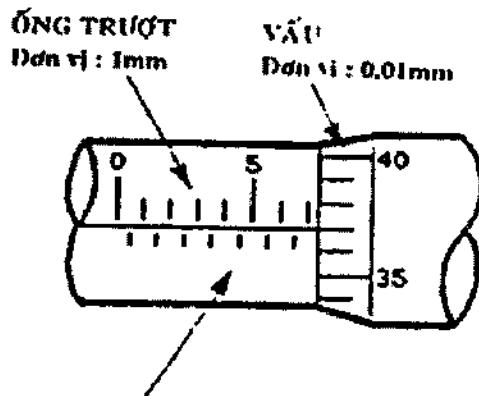
PAN ME ĐO TRONG



Khung của thước pan me lắp với ống trượt và trục chính thì lắp với vấu. Cả hai ống trượt và vấu đều có bước ren chính xác ở mức 0,5mm. Pan me làm việc dựa trên nguyên tắc biến chuyển động quay thành chuyển động tịnh tiến nhờ một cặp ren vít, vì vậy vấu hay trục chính di chuyển 0,5mm khi thước quay 1 vòng.

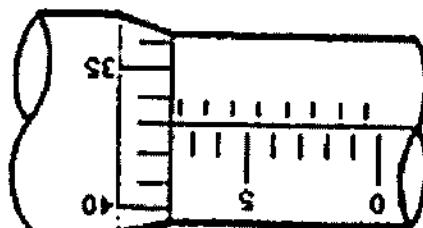
3. Phương pháp đọc giá trị đo

Đọc kết quả đo của kích thước trên pan me cũng tương tự như đọc kết quả đo của kích thước trên thước cặp, thước vòng của pan me (thước phụ) cho ta đọc được phần thập phân của kết quả đo. Vấu có 50 vạch được chia đều trên chu vi, còn ống trượt có hai thang đo: một cái thấp và một cái cao, cả hai đều có đơn vị đo là mm. Những vạch đo thấp được đánh dấu ở những điểm giữa của vạch đo cao, vì vậy vạch đo thấp đầu tiên chỉ 0,5mm so với điểm "0" của vạch đo cao. Khi vấu được quay tròn một vòng, tức là nó di chuyển được 50 vạch (hay vấu di chuyển được 0,5mm). Vì vậy một vạch chia trên vấu là $0,5 \times 1/50 = 0,01\text{mm}$ là đơn vị đo tối thiểu của thước pan me. Đọc những vạch ở trên ống trượt trước rồi sau đó hãy đọc vạch chia trên vấu. Cộng hai số đo lại là kết quả đo.



Chia độ theo milimet tại trung điểm của cách vạch chia độ bên trên: nó chỉ thị một vạch chia bằng 0,5mm tính từ vạch chia gần nhất bên trên

$$\begin{array}{r}
 \text{Đọc trên ống trượt} \quad 7,00\text{mm} \\
 + \quad \text{Đọc trên vấu chia} \quad 0,37\text{mm} \\
 \hline
 7,37\text{mm}
 \end{array}$$



$$\begin{array}{r}
 \text{Đọc trên ống trượt} \quad 7,50\text{mm} \\
 + \quad \text{Đọc trên vấu chia} \quad 0,37\text{mm} \\
 \hline
 7,87\text{mm}
 \end{array}$$

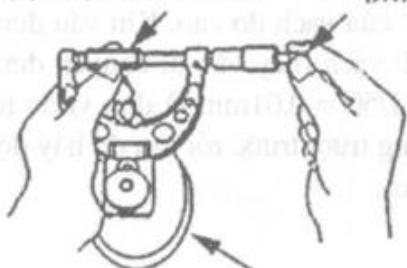
4. Phương pháp đo

4.1. Trước khi đo

- Kiểm tra vị trí "0"

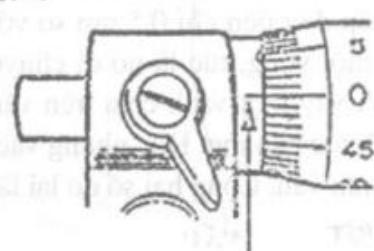
Dù cho những dụng cụ đo tốt và ta đọc đúng như thế nào đi nữa thì ta cũng không thể có được số đo chính xác nếu như vị trí "0" không được điều chỉnh chính xác. Trước khi đo, hãy kiểm tra lại thước xem vị trí "0" có được điều chỉnh đúng hay không. Đặt vật chuẩn có chiều dài đo từ 0 đến 75mm trên thước pan me, quay bánh cóc dừng 2 hay 3 lần và kiểm tra xem đường chuẩn trên ống trượt có thẳng hàng với vạch "0" trên vấu hay không.

VẬT CHUẨN 50mm



GIÁ ĐO

BÁNH CÓC DỪNG

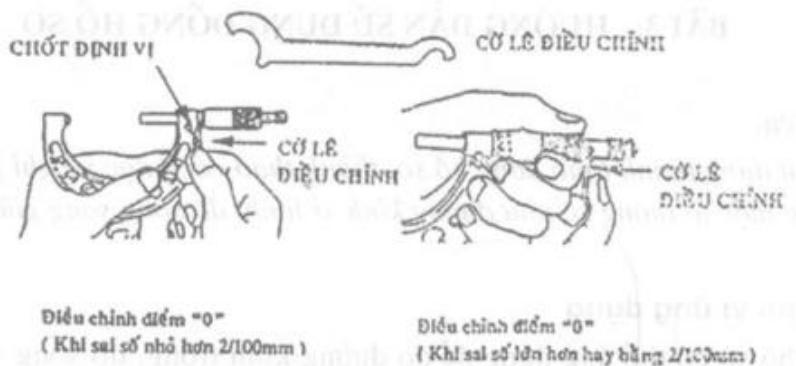


Điểm "0" phải trùng với đường thẳng này

Chú ý:

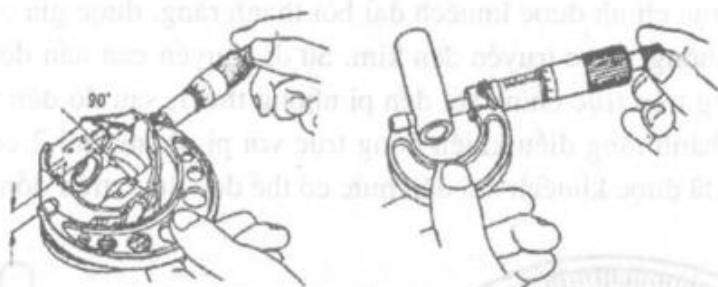
- Không đo ở vùng có không khí lạnh hay nóng thổi trực tiếp vào thước pan me hay nơi có sự thay đổi nhiệt độ lớn.
- Không sờ vào bộ phận kim loại của vật chuẩn và không sờ vào đe kẹp hay trực chính. Những số đo chính xác không thể có được trong những điều kiện thay đổi nhiệt độ.
- Trước khi đo, lau chùi các bề mặt tiếp xúc của vật chuẩn, lau đe kẹp và trực chính bằng vải sạch (hay có thể giữ một miếng giấy sạch giữa những bề mặt đo và kéo nó để lau chùi).
- Điều chỉnh vị trí "0"

Khi sai số vị trí "0" nhỏ hơn $2/100\text{mm}$ thì cố định trực chính với chốt định vị, chèn mũi của cờ lê điều chỉnh đặc biệt vào lỗ ở trong ống trượt và chỉnh sai số bằng cách di chuyển ống trực. Khi sai số vị trí "0" là $2/100\text{mm}$ hay lớn hơn nữa thì gắn trực chính vào chốt định vị. Nối lồng bánh cóc dừng theo hướng mũi tên bằng cách dùng cờ lê điều chỉnh đặc biệt và làm đường tiêu chuẩn trên ống trượt thẳng hàng với điểm "0" trên vấu.



4.2. Tiến hành đo

Lau sạch các bộ phận được đo, trực chính của pan me và đe kẹp một cách cẩn thận trước khi đo. Cầm bằng tay trái vào điểm giữa của khung thước, đặt đe kẹp vào bề mặt đo của bộ phận và quay vấu để đưa trực chính đến gần bề mặt đo. Đặt trực chính vuông góc với mặt đo bằng cách quay điểm dừng bánh cóc và đọc thước pan me. Nhớ quay điểm dừng bánh cóc 2 hoặc 3 vòng trước khi đọc thước.



Chú ý:

- Không nâng hay di chuyển thước pan me tới cạnh trong lúc kẹp nó lên bộ phận định đo vì nó sẽ làm mòn ren và dẫn đến do sai.
- Không quay vấu nhanh, điều này cũng gây sai số khi đo
- Mở nhẹ nhàng bề mặt đo giữa trực chính đe kẹp một khoảng 0 - 25mm khi cất thước pan me. Nếu cất thước trong trường hợp các bề mặt đo tiếp xúc khít nhau thì trực chính có thể bị vênh do sự dẫn nở nhiệt.
- Đừng sờ vào trực chính và đe kẹp bằng tay không vì có thể làm rỉ chung.
- Đừng cất thước pan me trực tiếp dưới ánh nắng mặt trời hay trong vùng có nhiệt độ thay đổi nhiều. Sự co giãn nhiệt quá lớn thước sẽ gãy lõi khi đo.
- Sau khi đo hãy lau sạch thước, bôi một lớp mỡ mỏng chống rỉ vào thước và để nó vào hộp.

BÀI 3: HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG ĐỒNG HỒ SO

Mục tiêu

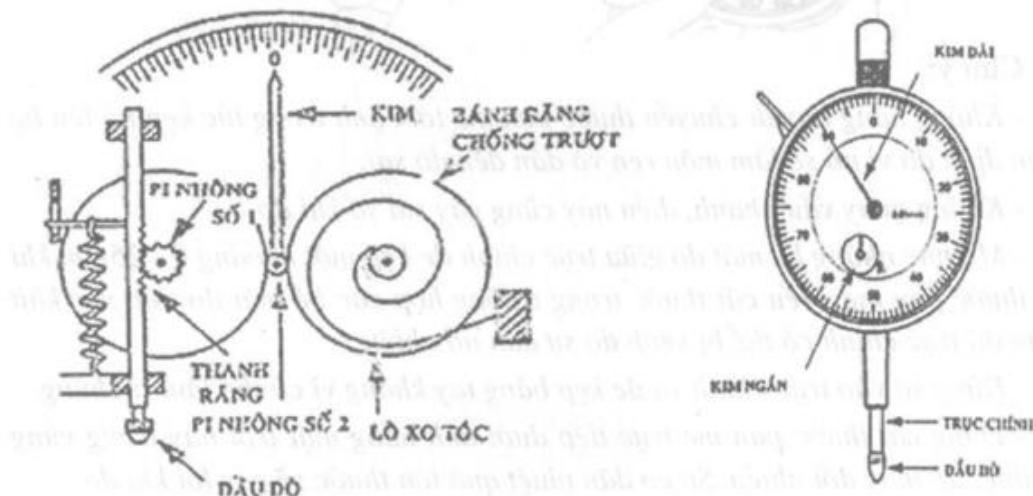
Phải sử dụng thành thạo đồng hồ so, thành thạo cách đọc và ghi giá trị đo, áp dụng do một số thông số như đường kính xi lanh, độ song song giữa hai mặt phẳng...

1. Phạm vi ứng dụng

Đồng hồ so có thể ứng dụng để đo đường kính trong, độ song song giữa các mặt phẳng, độ song song giữa lỗ với mặt phẳng, độ thẳng góc, độ lệch tâm và độ đồng trục... Trong phạm vi bài này ta chỉ xét trường hợp dùng đồng hồ so đo độ lệch tâm của trục, đường kính xi lanh, đường kính trụ và biên dạng hình tròn.

2. Cấu tạo

Đồng hồ so hoạt động theo cơ cấu truyền động bánh vít trực vít. Sự di chuyển của trục chính được khuếch đại bởi thanh răng, được gia công trên trục chính và pi nhông, được truyền đến kim. Sự di chuyển của đầu dò được truyền bởi thanh răng trên trục chính rồi đến pi nhông thứ 1, sau đó đến pi nhông thứ 2 thông qua bánh răng điều khiển đồng trục với pi nhông thứ 2 có kim nên sự dịch chuyển đã được khuếch đại đến mức có thể đọc được trên đồng hồ.

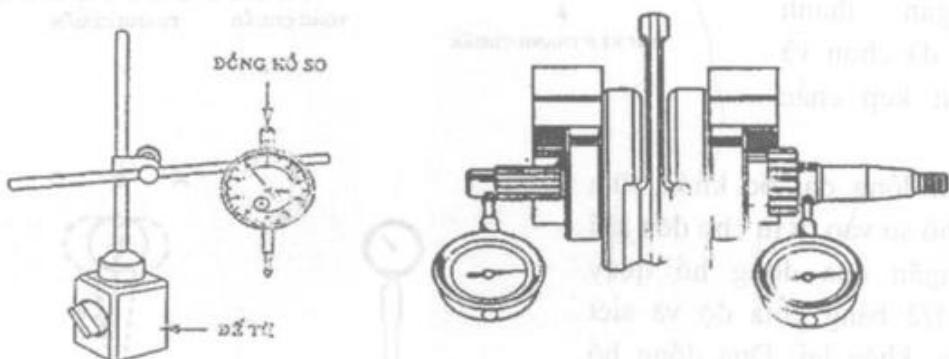


Kim dài quay một vòng tương đương trục chính di chuyển 1mm. Đồng hồ có 100 vạch chia đều. Vì vậy một vạch chia của đồng hồ chỉ giá trị $1/100\text{mm}$ ($0,01\text{mm}$). Kim ngắn di chuyển 1 vạch khi kim dài quay được 1 vòng.

3. Phương pháp đo

3.1. Đo độ lệch tâm

Gắn đầu dò đồng hồ so vào chỗ quy định và đảm bảo rằng đồng hồ so ở vị trí mà kim dài di chuyển được. Quay bộ phận kiểm soát của giá đỡ đến vị trí nam châm và đảm bảo cho chân giá đỡ tựa sát vào khối chuẩn. Sau khi đảm bảo đồng hồ so đã được gá chặt thì quay trục khuỷu châm chậm và đọc đồng hồ đo. Để đo độ lệch trục khuỷu dễ dàng, điều chỉnh điểm "0" bằng cách quay khung ngoài của đồng hồ đến điểm lệch tối đa hay tối thiểu của kim. Lưu ý rằng độ lệch trục khuỷu bằng $1/2$ độ lệch kim đồng hồ.



Chú ý:

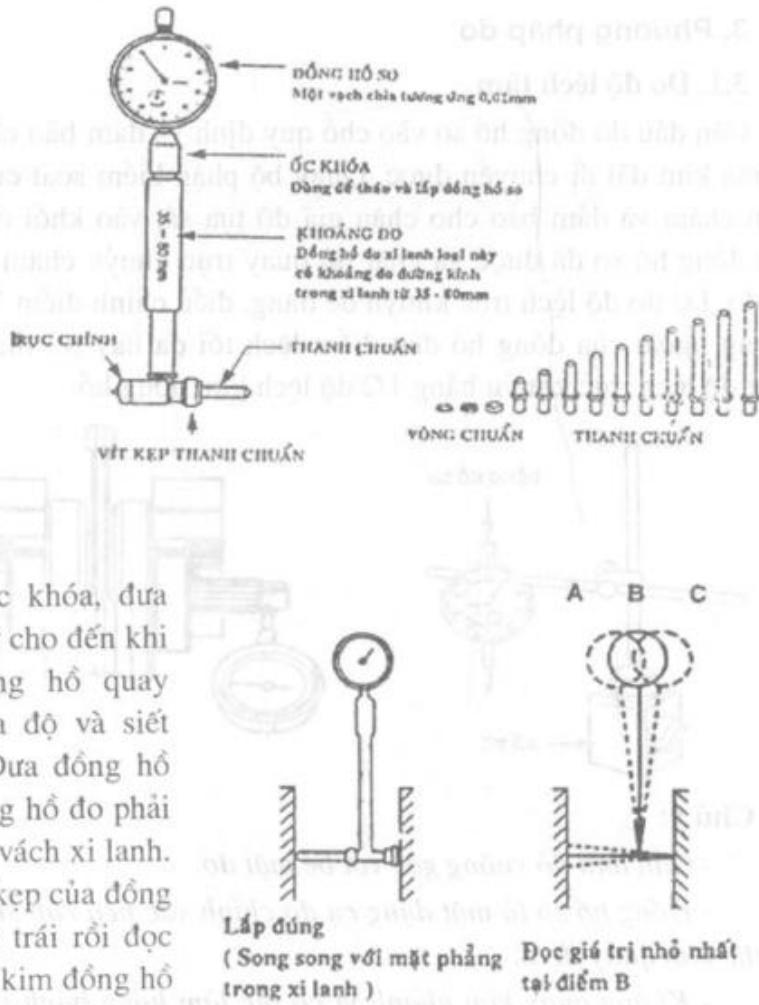
- Gắn đầu dò vuông góc với bề mặt đo.
- Đồng hồ so là một dụng cụ đo chính xác nên cần sử dụng nó cẩn thận và cho kim quay từ từ.
- Không quay kim nhanh vì có thể làm hỏng bánh răng và thanh răng của đồng hồ.
- Kiểm tra kim ngắn khi số đo vượt quá 1mm .
- Lau sạch dầu trên đồng hồ và đặc biệt là trục chính sau khi đo rồi cất vào hộp. Cần lau sạch trục chính trước khi lưu trữ nếu không sẽ dẫn đến trục chính làm việc không chính xác.
- Không bôi trơn cho trục chính.
- Không bôi dầu hay mỡ lên trục chính.

3.2. Đo đường kính xi lanh

Có thể đo đường kính xi lanh bằng cách đo trực tiếp và chọn đồng hồ so thích hợp cho xi lanh.

Chọn thanh chuẩn thích hợp với xi lanh. Nếu không có thanh chuẩn thích hợp thì có thể chọn vòng chuẩn tương đương. Tháo vít kẹp thanh chuẩn ra, gắn thanh chuẩn đã chọn và siết vít kẹp chắc chắn.

Nối lóng đai ốc khóa, đưa đồng hồ so vào từ từ cho đến khi kim ngắn của đồng hồ quay được $1/2$ bảng chia độ và siết chặt ốc khóa lại. Đưa đồng hồ so vào xi lanh. Đồng hồ đo phải được song song với vách xi lanh. Di chuyển dụng cụ kẹp của đồng hồ so sang phải và trái rồi đọc giá trị nhỏ nhất của kim đồng hồ so. Khi đo đường kính trong của xi lanh cũng phải đọc trị số của kim ngắn.



BÀI 4: HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG ĐỒNG HỒ ĐO TỐC ĐỘ QUAY

Mục tiêu

Phải sử dụng thành thạo đồng hồ đo tốc độ quay kiểu gián tiếp và trực tiếp.

1. Đồng hồ đo tốc độ quay kiểu gián tiếp

Đa số các thiết bị đo thường chỉ đo được tốc độ quay gián tiếp, tuy nhiên một số thiết bị hiện đại hơn có thêm chức năng đo tốc độ quay trực tiếp.

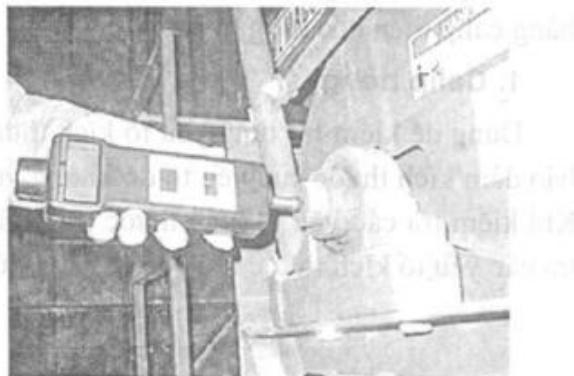
+ Đo gián tiếp: Chọn vị trí đo thuận lợi và đảm bảo an toàn cho các thao tác đo. Lau sạch vị trí dự định đo, sau đó dán miếng giấy phản quang có kích thước khoảng 3 x 15 mm lên đó. Khi thực hiện đo ta nhấn công tắc để tia sáng được phát ra chiếu thẳng vào miếng giấy phản quang được dán trên đối tượng đo.



Khoảng cách đo hiệu quả của thiết bị thường trong khoảng 20 - 150 mm, không nên đo gần quá vì nguy hiểm, đo xa quá tín hiệu phản xạ yếu, số liệu đo không chính xác. Tốc độ quay của trục được đọc trực tiếp trên mặt đồng hồ chỉ thị.

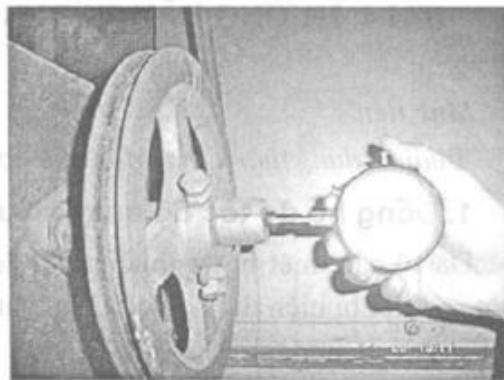
Chú ý: Thông thường chỉ dán một miếng giấy phản quang lên chi tiết cần đo, số liệu nhận được sẽ là tốc độ quay của chi tiết. Nếu dán nhiều hơn 2 hoặc 3 miếng giấy trên cùng một đường kính của chi tiết (đối với trường hợp trục có tốc độ quay thấp) thì tốc độ quay thực của chi tiết sẽ phải chia cho số miếng giấy được dán lên chi tiết đó.

+ Đo trực tiếp: Khi thực hiện đo bằng phương pháp này ta ấn đầu đo trực tiếp vào đầu trục cần đo, sao cho tâm của trục đầu đo trùng với tâm trục cần đo. Tốc độ quay của trục được đọc trực tiếp trên mặt đồng hồ chỉ thị.



2. Đồng hồ tốc độ quay kiểu trực tiếp

Đối với loại đồng hồ này, khi đo ta ấn đầu đo trực tiếp vào đầu trục cần đo, sao cho tâm của trục đầu đo trùng với tâm trục cần đo. Tốc độ quay của trục (v/ph hay m/ph) được đọc trực tiếp trên mặt đồng hồ chỉ thị.



BÀI 5 : HƯỚNG DẪN KIỂM TRA THEN HOA

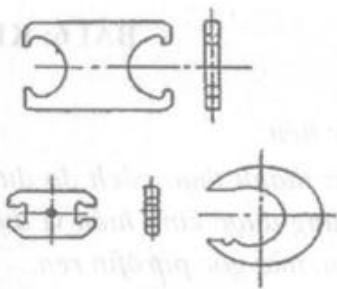
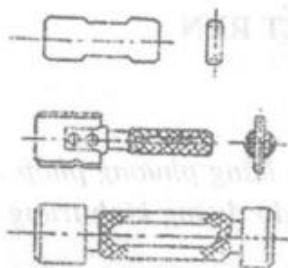
Mục tiêu

Phải sử dụng thành thạo ca lít riêng và ca lít then hoa tổng hợp để kiểm tra các chi tiết của mối ghép then hoa và vị trí tương quan giữa các yếu tố.

Khi kiểm tra chi tiết then hoa thì ngoài việc kiểm tra kích thước của từng yếu tố như D, d và b bằng các calip giới hạn riêng hoặc bằng các dụng cụ đo vạn năng khác, người ta còn phải kiểm tra vị trí tương quan giữa các yếu tố bằng calip then hoa tổng hợp.

1. Calip riêng

Dùng để kiểm tra từng yếu tố kích thước của then hoa như D, d và b nhằm bảo đảm kích thước của yếu tố đó không vượt ra khỏi phạm vi dung sai của nó. Khi kiểm tra các yếu tố kích thước trực thì dùng calip hàm riêng, còn để kiểm tra các yếu tố kích thước lỗ ta dùng calip nút riêng.



*Ca líp nút rieng kiểm tra
lỗ then hoa*

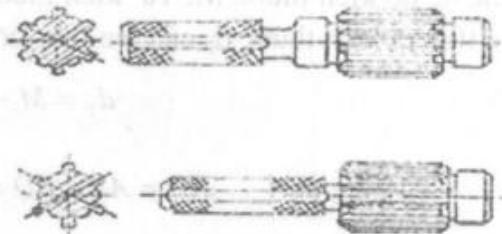
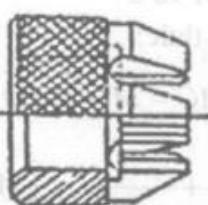
*Ca líp hàm rieng kiểm tra
trục then hoa*

2. Calíp then hoa tổng hợp

Dùng để kiểm tra vị trí tương quan giữa các yếu tố. Để kiểm tra trực then hoa thì dùng calíp hàm then hoa tổng hợp, còn khi kiểm tra lỗ then hoa thì dùng calíp nút then hoa tổng hợp.



Calíp nút then hoa tổng hợp



Calíp hàm then hoa tổng hợp

BÀI 6: KIỂM TRA CHI TIẾT REN

Mục tiêu

Phải thành thạo cách đo đường kính trung bình bằng phương pháp 3 dây và sử dụng được kính hiển vi dùng cụ vạn năng để đo đường kính trung bình, bước ren, nửa góc porôfin ren.

Để kiểm tra độ chính xác kích thước ren người ta thường tiến hành theo phương pháp kiểm tra riêng từng yếu tố. Bằng những phương tiện đo hiện nay người ta chỉ đo chính xác được ren ngoài (ren bu lông), còn ren trong thì chưa thực hiện được.

1. Đo đường kính trung bình

1.1. Đo bằng phương pháp 3 dây

Ở rãnh ren người ta đặt 3 sợi dây đường kính d như hình vẽ, dùng ốp ti mét hoặc pan me để đo kích thước M. Từ kích thước M và d ta tính ra kích thước d_2 của ren theo công thức:

$$d_2 = M - 2AC = M - 2(AD - CD)$$

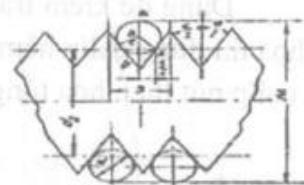
Trong đó: $AD = AB + BD = \frac{d}{2} + \frac{d}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{d}{2} \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}}\right)$

$$CD = CK \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{Stg \frac{\alpha}{2}}{4}$$

Do đó: $d_2 = M - d \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}}\right) + \frac{Stg \frac{\alpha}{2}}{2}$

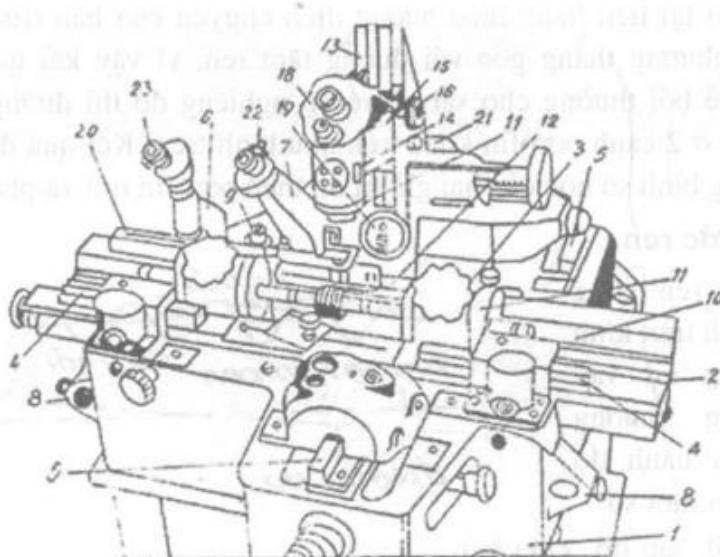
Đối với ren hệ mét thì: $d_2 = M - 3d + 0,866S$

Để khắc phục ảnh hưởng sai số góc porôfin ren đến kết quả đo ta phải chọn đường kính của dây như thế nào để điểm tiếp xúc của nó với ren trùng với điểm trung bình lý thuyết của cạnh porôfin ren. Để thỏa mãn điều kiện đó đường kính dây được xác định theo công thức:



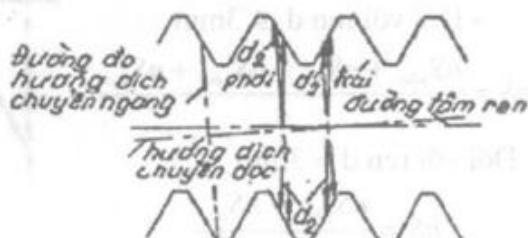
$$d = \frac{S}{2 \cos \frac{\alpha}{2}}$$

1.2. Đo bằng kính hiển vi dụng cụ vạn năng



Kính hiển vi dụng cụ vạn năng bao gồm bàn trượt dọc 2 được dịch chuyển trên thân máy 1 và có sống trượt hình trụ 10 trong đó có đặt ụ tâm 11 để định vị chi tiết khi đo. Bàn trượt ngang 3 cũng được dịch chuyển trên thân máy nhờ sống trượt 5. Trên nó có lắp trụ 13. Trụ 13 có mang kính hiển vi chính 14 và cùng với trụ có thể quay về hai phía so với phương thẳng đứng. Trên bàn trượt dọc và ngang có đặt cố định thước thuỷ tinh, trực của thước trùng với phương của đường đo. Đọc số đo theo những thước đó được tiến hành nhờ kính hiển vi thị kính có đường xoắn ốc kép 6 và 7.

Khi đo đường kính trung bình ren, chi tiết được đặt trên 2 mũi tâm của ụ tâm 11, việc định vị chi tiết có thể xảy ra độ nghiêng giữa đường tâm ren với phương chuyển động của bàn trượt dọc. Để loại trừ ảnh hưởng sai số đó ta đo theo sơ đồ bên. Ta quay



trục đi một góc bằng góc nâng của ren, sau đó quay mạng vạch của ống kính làm cho các vạch đứng của mạng song song với cạnh pôrôfin ren và giao điểm

hai vách chéo của mạng nằm đúng trên cạnh porôfin ren. Độ dịch chuyển của bàn trượt ngang được xác định nhờ thước thủy tinh gắn trên nó. Khi định vị chi tiết ren trên hai mũi tâm của máy đo thì thường phát sinh độ nghiêng của đường tâm ren đối với hướng dịch chuyển của bàn trượt dọc của kính hiển vi. Nhưng khi đo lại tiến hành theo hướng dịch chuyển của bàn trượt ngang mà không theo phương thẳng góc với đường tâm ren, vì vậy kết quả đo không chính xác. Để bồi thường cho sai số về độ nghiêng đó thì đường kính trung bình được đo ở 2 cạnh porôfin khác trên như hình trên. Kết quả đo nhận được là giá trị trung bình số học của hai giá trị đo theo porôfin trái và phải.

2. Đo bước ren

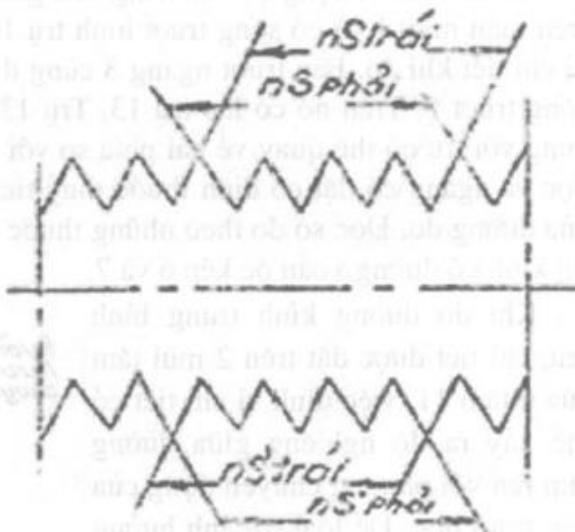
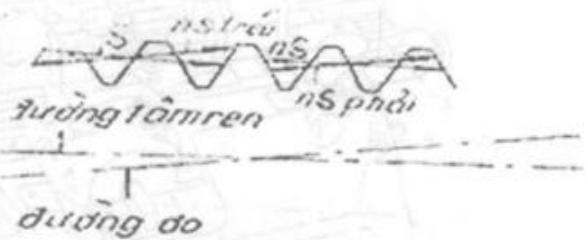
Đo bước ren cũng được tiến hành trên kính hiển vi dụng cụ vạn năng. Thông thường người ta tiến hành đo kích thước của một số bước ren (nS), sau đó chia kết quả đo cho số bước sẽ được trị số thực của một bước. Để loại trừ ảnh hưởng sai số độ nghiêng của đường tâm ren trong mặt phẳng nằm ngang, bước cần phải đo theo 2 cạnh porôfin phải và trái. Giá trị thực của n bước được xác định như sau:

- Đối với ren $d \leq 3\text{mm}$

$$nS = \frac{nS_{phai} + nS_{trai} + nS'_{phai} + nS'_{trai}}{4}$$

- Đối với ren $d > 3\text{mm}$

$$nS = \frac{nS_{phai} + nS_{trai}}{2}$$



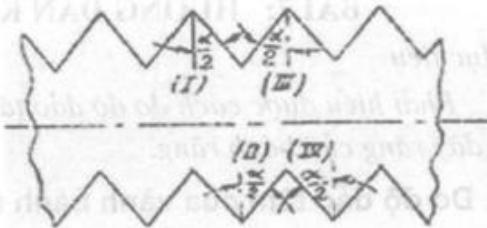
3. Đo nửa góc porofin ren

Nửa góc porofin ren cũng được tiến hành trên kính hiển vi dụng cụ vạn năng và thường được đo đồng thời với sự đo bước hoặc đường kính trung bình.

Sau khi đặt chi tiết trên hai mũi tâm ta xác định vị trí không của thước khắc độ trong ống kính. Quay mạng vạch sao cho vạch đứng ở giữa trùng với cạnh porofin ren rồi tiến hành đọc số đo theo thước khắc độ trong ống kính. Lần lượt đo ở 4 vị trí ta được 4 giá trị nửa góc porofin ren. Giá trị thực của nửa góc porofin ren được xác định theo công thức.

$$\frac{\alpha}{2} \text{ phai} = \frac{\frac{\alpha}{2} (III) + \frac{\alpha}{2} (IV)}{2}$$
$$\frac{\alpha}{2} \text{ trai} = \frac{\frac{\alpha}{2} (I) + \frac{\alpha}{2} (II)}{2}$$

Để loại trừ sai số hệ thống của kết quả đo do độ không trùng nhau của đường tâm ren và hướng dịch chuyển bàn trượt dọc của kính hiển vi, nửa góc porofin cần phải đo trong cùng một tiết diện qua trực nhưng cả ở hai phía như hình trên.



Đo nửa góc

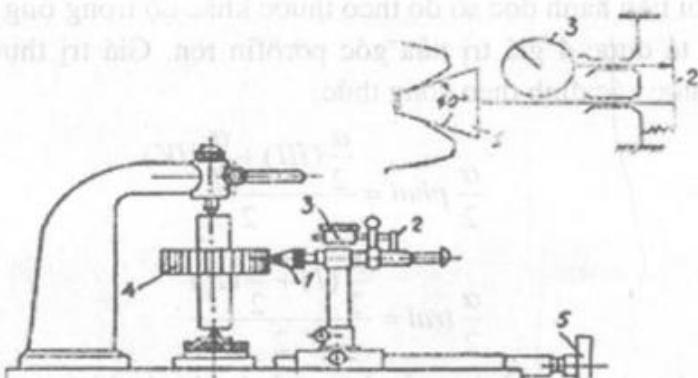
BÀI 7: HƯỚNG DẪN KIỂM TRA BÁNH RĂNG

Mục tiêu

Phải hiểu được cách đo độ đảo tâm của vành bánh răng, độ dịch răng, chiều dày răng của bánh răng.

1. Đo độ đảo tâm của vành bánh răng

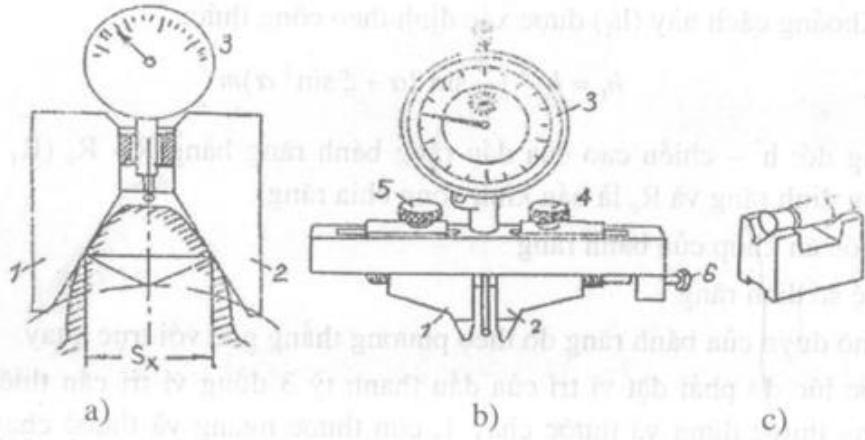
Hình vẽ là một loại máy đo thông dụng nhất dùng để đo độ đảo vành răng. Bánh răng 4 được cố định bằng 2 mũi tâm của máy. Đầu đo 1, đòn 2 và đồng hồ đo 3 là bộ phận xác định độ đảo vành bánh răng.



Khi đo phải cố định tâm quay của bánh răng rồi đo sự thay đổi của cung cố định trên vành răng. Dùng đầu đo hình thang có góc 40° (bằng hai lần góc ăn khớp của bánh răng), đầu đo này sẽ di động khi có độ đảo tâm của vành răng. Đặt bánh răng vào mũi tâm của dụng cụ đo, quay tay quay 5 để đưa đầu đo 1 tiếp xúc vào mặt bánh răng. Sau đó lần lượt quay bánh răng để cho đầu đo lần lượt nằm vào các rãnh bánh răng. Sau một vòng quay của bánh răng độ đảo vành răng sẽ là hiệu số giữa 2 vị trí lớn nhất và bé nhất của kim đồng hồ đo 3.

2. Đo độ dịch răng

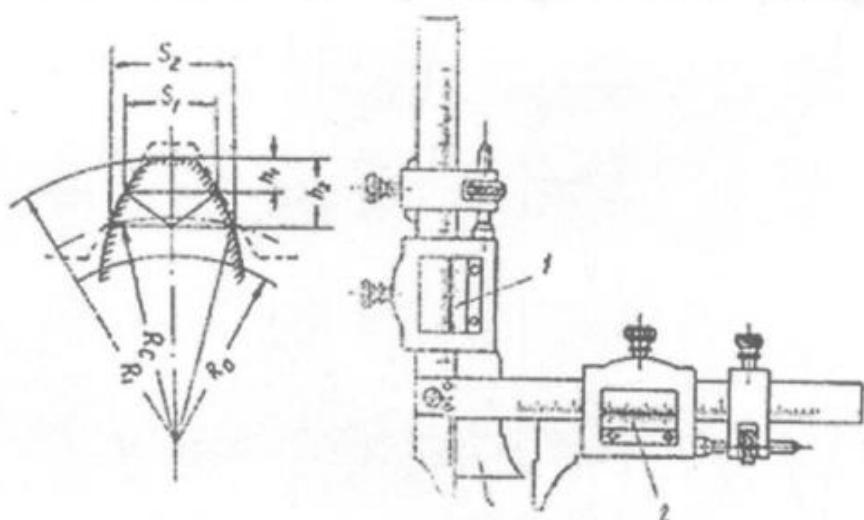
Dụng cụ đo độ dịch răng có cấu tạo như hình b. Hai đầu đo 1 và 2 có thể cố định bằng các vít 4 và 5 rồi vặn vít 6 để di chuyển đồng thời cả hai đầu đo 1 và 2. Dụng cụ này cho phép đo theo phương pháp so sánh, cho nên trước khi đo phải điều chỉnh dụng cụ đo về vị trí danh nghĩa. Khi điều chỉnh người ta dùng một cùm hình chữ V như hình c, sau đó cho hai hàm đo tiếp xúc với cùm hình trụ và cho kim đồng hồ chỉ vào vạch số 0 của vòng khắc độ.



Khi đo cho hàm đo 1 và 2 tiếp xúc với cạnh bánh răng ở vị trí danh nghĩa như hình a, hai hàm đo 1 và 2 tạo thành một góc bằng hai lần góc ăn khớp của bánh răng. Như vậy lúc có độ dịch răng vào phía trong thân bánh răng thì đầu đo của đồng hồ 3 sẽ thụt xuống một lượng bằng độ dịch răng.

3. Đo chiều dày răng của bánh răng

Dụng cụ đo chiều dày răng là một loại thước cặp đo răng. Dụng cụ bao gồm hai thước đặt thẳng góc với nhau như hình vẽ, 1 là thước chạy của thước thẳng đứng và 2 là thước chạy của thước nằm ngang. Gắn liền với thước chạy 1 của thước đứng có một thanh tỳ 3, đầu của thanh tỳ này tự vào đinh của bánh răng. Khi đo S_1 , vị trí của đầu thanh tỳ 3 phải cách mút của các hàm đo của thước ngang một khoảng đúng bằng khoảng cách từ đỉnh răng đến dây cung cố định.



Khoảng cách này (h_1) được xác định theo công thức:

$$h_1 = h' - \left(\frac{\pi}{8} \sin 2\alpha + \xi \sin^2 \alpha\right)m$$

Trong đó: h' – chiều cao của đầu răng bánh răng bằng $R_1 - R_c$ (R_1 là bán kính vòng đỉnh răng và R_c là bán kính vòng chia răng).

α - góc ăn khớp của bánh răng

ξ - hệ số dịch răng

m - mô duyn của bánh răng đo theo phương thẳng góc với trục quay.

Trước lúc đo phải đặt vị trí của đầu thanh tỳ 3 đúng vị trí cần thiết bằng cách dùng thước đứng và thước chạy 1, còn thước ngang và thước chạy 2 thì làm nhiệm vụ đo độ dài của dây cung cố định S_1 .

Trong thực tế có lúc người ta đo chiều dày răng của bánh răng theo dây cung S_2 tức là khoảng cách giữa giao điểm của vòng tròn chia răng và cạnh răng của bánh răng. Như vậy dây cung S_2 sẽ xác định được theo công thức sau:

$$S_2 = m.z \sin\beta$$

Trong đó: m - mô duyn của bánh răng đo theo phương thẳng góc với trục quay.

z – tổng số răng của bánh răng

β - Một nửa góc chắn của dây cung S_2 , bằng $90^\circ/z$

Khoảng cách từ đỉnh răng đến dây cung S_2 sẽ là:

$$h_2 = R_1 - R_c \cdot \cos\beta$$

Trong đó: R_1 - bán kính vòng đỉnh răng; R_c - bán kính vòng chia răng

Phần hai

BÀI TẬP

CHƯƠNG I: KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG

1. Khi sửa máy xong , người ta cắt thử 10 chi tiết với kích thước điều chỉnh là 20 mm. Khi đo đường kính các chi tiết gia công được các số liệu sau:

19,95	19,96	19,97	19,98	19,99
20,01	20,02	20,03	20,04	20,05

- Thông số đo thuộc loại gì?
- Hãy tính toán kết quả đo với $\alpha = 99\%$.

2. Người ta mài một loạt trực trên máy, đo độ méo của các trực được bảng số liệu sau:

Độ méo: x_i	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
Số sản phẩm: m_i	25	35	20	3	2	1

- Thông số thuộc loại gì ?
- Hãy tính toán độ méo trung bình X_o và độ méo lớn nhất khi gia công trên máy với $\alpha = 95\%$.

CHƯƠNG II: NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DUNG SAI LẮP GHÉP

1. Chi tiết trục có kích thước danh nghĩa: $d_N = 30$ mm, kích thước giới hạn: $d_{max} = 29,980$ mm và $d_{min} = 29,959$ mm.

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

- Trục sau khi gia công có kích thước thực là: $d_{th} = 29,985$ mm, có dùng được không, tại sao?

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

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

- Trục sau khi gia công có kích thước thực là: $D_{th} = 55,025$ mm, có dùng được không, tại sao ?

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

a) $\phi 80^{+0,074}_0$

c) $\phi 150^{+0,143}_{+0,043}$

e) $\phi 90^{+0,025}_{+0,003}$

b) $\phi 100^{+0,207}_{+0,120}$

d) $\phi 72^0_{-0,046}$

f) $\phi 120^{+0,101}_{+0,079}$

4. Biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của các lắp ghép cho trong bảng dưới đây:

TT	Kích thước lỗ	Kích thước trục	TT	Kích thước lỗ	Kích thước trục
1	$\phi 46^{+0,074}$	$\phi 46^{-0,009}_{+0,025}$	4	$\phi 124^{-0,028}_{-0,068}$	$\phi 124_{-0,025}$
2	$\phi 102^{+0,054}$	$\phi 102^{-0,120}_{-0,207}$	5	$\phi 66^{+0,030}$	$\phi 66^{+0,039}_{+0,020}$
3	$\phi 58^{+0,030}$	$\phi 58^{+0,072}_{+0,053}$	6	$\phi 120^{\pm 0,0175}$	$\phi 120_{-0,022}$

- Tính kích thước giới hạn, dung sai kích thước lỗ và trục.

- Xác định đặc tính của lắp ghép và trị số độ hở, trị số độ dôi giới hạn của lắp ghép.

5. Cho cặp lấp ghép có kích thước lỗ là $\phi 56^{+0,030}$. Tính sai lệch giới hạn của trục trong các trường hợp sau:

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

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

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

6. Cho các lấp ghép trụ tròn ghi trong bảng dưới đây. Hãy ghi ký hiệu sai lệch và lấp ghép bằng chữ và bằng số trên bản vẽ.

TT	d_N, mm	Kiểu lấp	TT	D_N, mm	Kiểu lấp
1	30	$\frac{H8}{e8}$ và $\frac{E9}{h8}$	1	30	$\frac{H7}{k6}$ và $\frac{K7}{h6}$
2	45	$\frac{H7}{g6}$ và $\frac{G7}{h6}$	2	45	$\frac{H7}{s6}$ và $\frac{P7}{h6}$
3	72	$\frac{H7}{j_s 6}$ và $\frac{J_s 7}{h6}$	3	72	$\frac{H7}{n6}$ và $\frac{N7}{h6}$

7. Cũng với lấp ghép trụ tròn cho trên bài 6.

- Hãy lập sơ đồ phân bố miền dung sai của lấp ghép.

- Lấp ghép đã cho thuộc nhóm lấp ghép nào?. Xác định độ hở, độ dôi giới hạn của chúng.

8. Với các đặc tính yêu cầu của lấp ghép cho trong bảng dưới đây:

T T	$d_N,$ mm	$S_{\max yc}$ μm	$S_{\min yc}$ μm	TT	$d_N,$ mm	$S_{\max yc}$ μm	$S_{\min yc}$ μm	TT	$d_N,$ mm	$S_{\max yc}$ μm	$S_{\min yc}$ μm
1	42	80	25	4	46	42	1	7	48	8	-33
2	56	180	60	5	66	60	11	8	76	39	-10
3	62	76	0	6	86	93	36	9	82	25	-32

- Chọn kiểu lấp tiêu chuẩn cho từng trường hợp.

- Xác định sai lệch giới hạn kích thước lỗ và trục

9. Cho chi tiết như hình vẽ:

- Xác định dung sai độ phẳng của mặt A và dung sai độ tròn, dung sai của sai lệch profilin mặt cắt dọc của bề mặt $\phi 30H7$.

- Xác định dung sai độ vuông góc của lỗ $\phi 30H7$ và $\phi 16H8$ so với mặt A.

- Ghi ký hiệu sai lệch hình dạng và vị trí vào bản vẽ. Biết cấp chính xác hình dạng và vị trí là cấp 8.

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

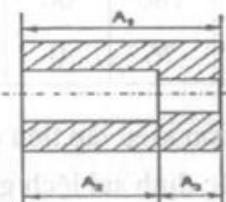
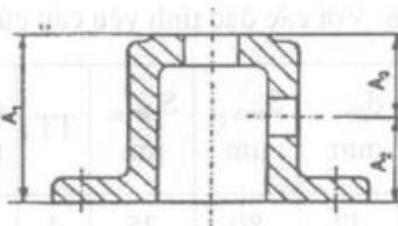
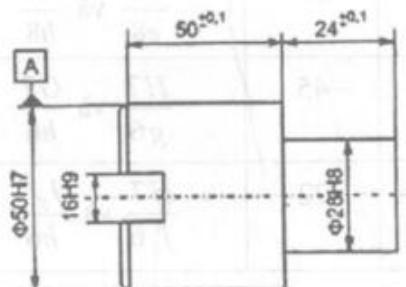
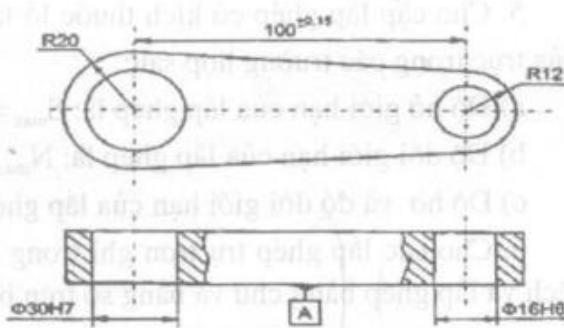
- Dung sai độ tròn của mặt $\phi 50H7$.

- Dung sai độ đối xứng của rãnh $16H9$ so với mặt A.

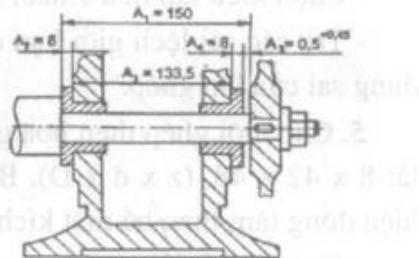
- Ghi ký hiệu sai lệch hình dạng và vị trí đã xác định vào bản vẽ. Với các chi tiết đã cho như hình trên. Hãy xác định độ nhám của các bề mặt: $\phi 30H7$, $\phi 16H8$, mặt chuẩn A ; mặt $\phi 50H7$, $\phi 28H8$ và rãnh $16H9$, rồi ghi ký hiệu trên bản vẽ.

11. Cho chuỗi kích thước chi tiết như hình vẽ. Hãy giải chuỗi kích thước để xác định sai lệch và dung sai kích thước A_2 . Biết trình tự công nghệ gia công là A_1 , A_2 , với $A_1 = 100_{-0.1}$; $A_3 = 45^{+0.15}$.

12. Cho chuỗi kích thước chi tiết như hình vẽ. Hãy giải chuỗi kích thước để xác định sai lệch và dung sai kích thước A_2 . Biết trình tự công nghệ gia công là A_1 , A_2 , với $A_1 = 120_{-0.15}$; $A_3 = 40^{+0.16}$.



13. Cho chuỗi kích thước lắp như hình vẽ. Yêu cầu chung của bộ phận lắp (khâu khép kín) là $A_{\Sigma} = 0,5^{+0,45}$. Hãy giải chuỗi kích thước lắp để xác định sai lệch và dung sai cho các kích thước chi tiết A_1, A_2, A_3, A_4 .



CHƯƠNG III: DUNG SAI LẮP GHÉP CỦA CÁC MỐI GHÉP THÔNG DỤNG

1. Cho bộ phận lắp ổ lăn có trục quay, thân hộp đứng yên, tải trọng tác dụng lên ổ là tải trọng hướng tâm cố định phương. Ổ bi đỡ có số hiệu là 308, - cấp chính xác 0.

- Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mối ghép ổ lăn với trục và lỗ thân hộp.
- Chọn miền dung sai kích thước trục và lỗ thân hộp lắp với ổ.
- Xác định trị số sai lệch giới hạn của các kích thước lắp ghép.

2. 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.

- Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mối ghép ổ lăn với trục và lỗ thân hộp.
- Chọn miền dung sai kích thước trục và lỗ thân hộp lắp với ổ.
- Xác định trị số sai lệch giới hạn của các kích thước lắp ghép.

3. Cho mối ghép then bằng giữa bánh răng với trục để truyền mô men xoắn. Bánh răng (bạc) cố định trên trục và cần tháo lắp khi thay thế. Kích thước chiều rộng của then là: $b = 14$ mm.

- Chọn kiểu lắp cho mối ghép then với rãnh trục và rãnh bạc.
- 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.

4. Cho mối ghép then hoa giữa bánh răng với trục có kích thước danh nghĩa là: $6 \times 18 \times 22$, ($z \times d \times D$). Bánh răng cố định trên trục và thực hiện đồng tâm theo bề mặt kích thước D.

- Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mối ghép rồi ghi ký hiệu trên bản vẽ.
- Tra các sai lệch giới hạn của kích thước và biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép.

5. Cho mối ghép then hoa giữa bánh răng với trục có kích thước danh nghĩa là: $8 \times 42 \times 48$, ($z \times d \times D$). Bánh răng cần di trượt dễ dàng trên trục và thực hiện đồng tâm theo bề mặt kích thước D .

- Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mối ghép rồi ghi ký hiệu trên bản vẽ lắp và bản vẽ chi tiết.

- Tra các sai lệch giới hạn của kích thước và biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép.

6. Cho truyền động bánh răng trụ, răng thẳng của hộp giảm tốc độ động cơ ô tô làm việc với vận tốc $v < 15$ m/s. Các yếu tố cơ bản của bánh răng là : $m = 2$; $z = 30$; $\alpha = 20^\circ$, $\chi = 0$; $\beta = 0^\circ$

- Chọn cấp chính xác cho mức chính xác động học, mức làm việc êm, mức tiếp xúc mặt răng và dạng đối tiếp mặt răng.

- Chọn bộ thông số kiểm tra bánh răng, xác định trị số dung sai và sai lệch giới hạn của các thông số đó, trong điều kiện xí nghiệp có cả dụng cụ kiểm tra bước răng.

- Vẽ bản vẽ chế tạo bánh răng.

7. Cho truyền động bánh răng trụ răng thẳng của hộp giảm tốc thông thường làm việc với vận tốc $v < 10$ m/s. Các yếu tố cơ bản của bánh răng là: $m = 4$; $z = 66$; $\alpha = 20^\circ$; $\chi = 0$ (χ - hệ số dịch răng).

- Chọn cấp chính xác cho mức chính xác động học, mức làm việc êm, mức tiếp xúc mặt răng và dạng đối tiếp mặt răng.

- Chọn bộ thông số kiểm tra bánh răng, xác định trị số dung sai và sai lệch giới hạn của các thông số đã chọn, trong điều kiện xí nghiệp không có bánh răng mẫu dùng cho kiểm tra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Dung sai lắp ghép và đo lường kỹ thuật*, Hoàng Xuân Nguyên, Nxb. Giáo dục 1994.
2. *Dung sai lắp ghép và kỹ thuật đo lường*, Ninh Đức Tốn, Nxb. Giáo dục 2002.
3. *Các tiêu chuẩn hiện hành của Nhà nước Việt Nam về dung sai và lắp ghép*.
4. *Vẽ kỹ thuật*, Trần Hữu Quế, Nxb. Giáo dục, 2000.
5. *Cơ khí đại cương*, Hoàng Tùng, Nxb. Khoa học và kỹ thuật, 2000.
6. *Cơ sở kỹ thuật cắt gọt kim loại*, Nguyễn Tiến Lưỡng, Nxb. Giáo dục, 2000.
7. *Kỹ thuật đo lường các đại lượng vật lý* (tập I, tập II), Phạm Thượng Hàn, Nxb. Giáo dục, 1996.
8. *Dung sai lắp ghép và kỹ thuật đo lường*, Ninh Đức Tốn - Nguyễn Thị Xuân Bảy, Nxb. Giáo dục, 2003.
9. *Dung sai và lắp ghép*, Ninh Đức Tốn, Nxb. Giáo dục, 2003.
10. *Bài giảng dung sai*, Ninh Đức Tốn, Trường đại học Bách khoa Hà Nội, 2000.
11. *Giáo trình cơ sở dung sai và đo lường trong chế tạo máy*, Vũ Đại Bản – Hoàng Đình Hiếu, Trường Đại học nông nghiệp I, Hà Nội 1991.
12. *Bài tập dung sai*, Phạm Đình Diêu - Ninh Đức Tốn, Nxb. Đại học và trung học chuyên nghiệp, Hà Nội 1974.
13. *Cơ sở dung sai và đo lường trong chế tạo máy*, Hồ Đắc Thọ – Ninh Đức Tốn, Nxb. Đại học và trung học chuyên nghiệp , Hà Nội 1970.
14. *Bài tập Cơ sở dung sai và đo lường trong chế tạo máy*, Hồ Đắc Thọ – Ninh Đức Tốn, Nxb. Đại học và trung học chuyên nghiệp , Hà Nội 1970.

MỤC LỤC

<i>Lời giới thiệu</i>	3
<i>Lời nói đầu</i>	5
<i>Bài mở đầu</i>	7
Chương 1. KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG	11
I. Cơ sở đo lường	11
II. Một số dụng cụ đo kích thước hình học	19
III. Phương pháp đo các thông số hình học trong chế tạo cơ khí	33
IV. Một số dụng cụ đo, kiểm tra các thông số sử dụng máy dùng trong nông nghiệp	38
Chương 2. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DUNG SAI LẮP GHÉP	47
I. Khái niệm về kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai	48
II. Khái niệm về lắp ghép	52
III. Hệ thống dung sai lắp ghép bề mặt trơn	65
IV. Dung sai hình dạng và vị trí	74
V. Nhám bề mặt	91
VI. Chuỗi kích thước	96
Chương 3. DUNG SAI LẮP GHÉP CỦA CÁC MỐI GHÉP THÔNG DỤNG	108
I. Mối ghép ống lăn với trục và lỗ thân hộp	108
II. Dung sai lắp ghép then và then hoa	113
III. Lắp ghép côn trơn	120
IV. Mối ghép ren	122
V. Dung sai truyền động bánh răng	129
VI. Thực hành mối ghép ống lăn, then và dung sai truyền động bánh răng	139
<i>Phụ lục</i>	146
<i>Bài tập - thực hành</i>	177
<i>Phần một. Hướng dẫn thực hành</i>	177
<i>Phần hai. Bài tập</i>	197
<i>Tài liệu tham khảo</i>	203

**BỘ GIÁO TRÌNH XUẤT BẢN NĂM 2005
KHỐI TRƯỜNG TRUNG HỌC NÔNG NGHIỆP**

1. TRỒNG TROT CƠ BẢN
2. DI TRUYỀN VÀ CHỌN GIỐNG CÂY TRỒNG
3. KỸ THUẬT TRỒNG RAU
4. KỸ THUẬT TRỒNG CÂY ĂN QUẢ
5. KỸ THUẬT TRỒNG HOA CÂY CẢNH
6. SINH LÝ THỰC VẬT
7. THỔ NHƯỚNG, NÔNG HÓA
8. BẢO VỆ THỰC VẬT
9. ĐĂNG KÝ VÀ THỐNG KÊ ĐẤT ĐAI
10. QUẢN LÝ HỆ THỐNG THỦY NÔNG
11. ĐẤT VÀ BẢO VỆ ĐẤT
12. ĐO ĐẶC ĐỊA CHÍNH
13. QUẢN LÝ NHÀ NƯỚC VỀ ĐẤT ĐAI
14. CHĂN NUÔI THÚ Y CƠ BẢN
15. CHĂN NUÔI LỢN
16. CHĂN NUÔI TRÂU BÒ
17. PHÁP LỆNH THÚ Y VÀ KIỂM NGHIỆM SẢN PHẨM VẬT NUÔI
18. DINH DƯỠNG VÀ THỨC ĂN VẬT NUÔI
19. VỆ SINH VẬT NUÔI
20. DƯỢC LÝ THÚ Y
21. GIẢI PHẪU SINH LÝ VẬT NUÔI
22. KỸ SINH TRÙNG THÚ Y
23. KINH TẾ NÔNG NGHIỆP
24. AN TOÀN LAO ĐỘNG
25. MÁY VÀ THIẾT BỊ NÔNG NGHIỆP
26. SỬ DỤNG VÀ QUẢN LÝ THIẾT BỊ ĐIỆN
27. CƠ HỌC KỸ THUẬT
28. KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG VÀ DUNG SAI LẮP GHÉP
29. VẼ KỸ THUẬT CƠ KHÍ
30. GIA CÔNG CƠ KHÍ
31. CẤU TẠO VÀ SỬA CHỮA ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG
32. VẬT LIỆU KỸ THUẬT
33. NHIÊN LIỆU DẦU MỠ

GT KT do lường và dung sai lái



3110080000036

26,500

Giá: 26.500 đ