



SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH

Gia công Cơ khí

DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

NGUYỄN THẾ CÔNG
PHẠM NGỌC LIÊN - NGUYỄN ĐẮC LÊ

GIÁO TRÌNH
GIA CÔNG CƠ KHÍ

(Dùng trong các trường THCN)

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 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, Ủyban nhân dân thành phố Hà Nội đã ra Quyết định số 5620/QĐ-UB cho phép Sở Giáo dục và Đào tạo thực hiện đề án biên 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 tế 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

thống 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 đông đảo 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

Gia công cơ khí là cuốn sách tổng hợp giới thiệu về công nghệ và kỹ năng cơ khí. Đây là môn học vận dụng kiến thức của nhiều ngành như: kỹ năng kỹ thuật, kỹ năng kinh tế, công nghệ, sư phạm... trong hệ thống dạy nghề thuộc các hệ tập trung, tại chức, giáo dục thường xuyên, bồi dưỡng nâng cao...

Nội dung của cuốn sách bao gồm những định nghĩa, khái niệm cơ bản về tiêu chuẩn, quy phạm kỹ thuật, vật liệu, dụng cụ, thiết bị đo lường, hệ thống máy móc, công cụ, an toàn lao động, kỹ năng thao tác của công tác gia công cơ khí theo phương pháp truyền thống (phay, bào, khoan, tiện...) và những kỹ năng đơn giản nhất trong gia công cơ khí (gò, hàn, đục lỗ, mài, tiện, ren...).

Cuốn sách còn giới thiệu một số khái niệm cơ bản về kỹ thuật gia công tiên tiến và các kỹ thuật gia công không theo phương pháp truyền thống (gia công bằng siêu âm, laser). Cuốn sách giúp cho công nhân, học sinh học nghề có tài liệu để học tập, tra cứu. Nó là cơ sở giúp cho những người muốn học nghề cơ khí hiểu được căn cứ, thấu đáo và hình dung được bức tranh toàn cảnh của gia công cơ khí.

Cuốn sách gia công cơ khí bao gồm năm chương:

Chương thứ nhất: Những khái niệm cơ bản, giới thiệu những định nghĩa, khái niệm cơ bản về ngành cơ khí, kỹ thuật gia công cơ khí, về quy trình sản xuất, một số tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật trong chế tạo cơ khí, sơ bộ về phương pháp đo, dụng cụ đo...

Chương thứ hai: Gia công nguội, giới thiệu về kỹ năng gia công nguội, trải nghiệm qua một số công việc chính như lấy dấu, gò, tán đinh...

Chương thứ ba: Gia công hàn, bao gồm các kỹ năng cơ bản về hàn máy, thiết bị và kỹ thuật hàn hồ quang, hàn hơi, hàn cắt plasma, hàn dây...

Chương thứ tư: Gia công cắt gọt trên máy, là phần chính của cuốn sách gồm bốn chương giới thiệu về những khái niệm cơ bản, thiết bị và kỹ thuật gia công của các loại máy chính được trang bị cho các cơ sở gia công cơ khí theo phương pháp truyền thống.

Chương thứ năm: Giới thiệu về kỹ thuật gia công tiên tiến, sơ bộ về kỹ thuật gia công tiên tiến, các loại máy, các hệ điều hành và một số phương pháp gia công không theo phương pháp truyền thống.

Sách Gia công cơ khí sử dụng cho các trường trung học chuyên nghiệp; có thể dùng làm giáo trình giảng dạy, tài liệu tham khảo khi biên soạn và hoàn thiện bài giảng các môn học cơ lý thuyết, sức bền vật liệu, vẽ kỹ thuật, hình học không gian.

CÁC TÁC GIẢ

Chương 1

NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Mục đích:

- Hiểu được những khái niệm về gia công cơ khí.
- Biết phân biệt các quy trình trong chế tạo máy và những yếu tố liên quan đến gia công cơ khí.
- Hiểu được tầm quan trọng của gia công cơ khí trong cuộc sống xã hội.

Nội dung tóm tắt:

- Các khái niệm cơ bản về gia công cơ khí (máy móc, thiết bị, phương pháp và các dụng cụ gia công cơ khí...).
- Các quy trình trong chế tạo máy (quy trình sản xuất, quy trình công nghệ...).
- Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng trong gia công cơ khí.
- Các dụng cụ, thiết bị phục vụ trong gia công cơ khí.
- Các phương pháp (các dạng) gia công cơ khí và các phương pháp đánh giá chất lượng sản phẩm...

I. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ GIA CÔNG CƠ KHÍ

1. Máy móc

Sản phẩm của ngành chế tạo cơ khí bao gồm nhiều bộ phận, nhiều chi tiết hợp thành. Căn cứ công dụng và điều kiện làm việc của mỗi chi tiết, người thiết kế định ra cho nó một hình dạng và kích thước nhất định cùng với các yêu cầu cần thiết khác (độ bền, độ cứng, độ nhẵn bề mặt...).

Để đạt được các yêu cầu đó, vật liệu được chọn phải trải qua một quá trình gia công bằng nhiều phương pháp công nghệ khác nhau, sau đó được lắp ráp thành sản phẩm hoàn chỉnh.

2. Các phương pháp

Công nghệ chế tạo cơ khí thường được chia thành hai loại cơ bản:

- Các phương pháp gia công không phôi, chủ yếu gồm: Đúc, rèn dập nóng, dập nguội, cán, kéo, ép, hàn... Trong đó một số phương pháp được gọi là gia công biến dạng, gia công áp lực hoặc gia công nóng.

- Các phương pháp gia công cắt gọt, thông thường là: tiện, phay, bào, xọc, khoan, doa, mài, chuốt. Các phương pháp này còn được gọi là gia công có phôi hoặc gia công nguội, gia công cơ.

Sản phẩm của các phương pháp thứ nhất thường là khởi phẩm (còn gọi là phôi), tức là mới được tạo hình sơ bộ với kích thước thô và độ nhẵn bề mặt thấp (có vỏ xù xì), sau đó còn phải trải qua các bước gia công cắt gọt mới dùng được. Tuy nhiên cũng có nhiều trường hợp không cần qua gia công cắt gọt do không cần thiết (không phải là bề mặt lắp ghép) hoặc do đã đạt được độ chính xác cũng như độ nhẵn bề mặt cần thiết nhờ được gia công bằng các phương pháp đúc áp lực, đúc chính xác theo mẫu chảy, rèn khuôn chính xác v.v.

Gia công cắt gọt kim loại là một quá trình công nghệ rất quan trọng trong ngành chế tạo máy, chiếm từ 50% đến 60% khối lượng lao động trong một nhà máy cơ khí và cũng chiếm tới 50% tổng giá thành sản phẩm cơ khí. Nguyên tắc của phương pháp này là hớt một lớp kim loại ở bên ngoài của phôi cho tới khi đạt được hình dạng, kích thước và độ nhẵn bề mặt cần thiết. Quá trình này được tiến hành trên máy cắt kim loại và bằng các dụng cụ cắt. Cũng có nhiều trường hợp gia công bằng tay với các dụng cụ thô sơ (đúc, cưa, giũa, cạo...).

Để đạt được chất lượng cơ, lý, hoá cao hơn, người ta áp dụng phương pháp xử lý nhiệt (nhiệt luyện, hoá nhiệt luyện), các phương pháp bảo vệ bề mặt (mạ, sơn...).

Ngoài các phương pháp công nghệ nói trên, hiện nay trong ngành chế tạo máy đã xuất hiện một số phương pháp gia công mới dựa trên những nguyên tắc khác hẳn. Ví dụ: Gia công bằng tia lửa điện, gia công bằng chùm điện tử, gia công bằng sóng siêu âm, gia công bằng tia lade, gia công bằng sức nổ, gia công bằng điện hoá... Các phương pháp đó có công dụng rất độc đáo, song phạm vi ứng dụng còn rất hạn chế, chỉ áp dụng với một số ít loại việc nhất định.

Bao trùm lên suốt quá trình công nghệ (bao gồm lắp ráp) là công việc kiểm tra chất lượng sản phẩm theo các yêu cầu kỹ thuật đề ra, nhằm loại trừ hàng hỏng và chủ động ngăn chặn sai hỏng hàng loạt.

Phôi (vật liệu qua gia công không phôi) có kích thước lớn hơn chi tiết thành phẩm một lượng gọi là lượng dư gia công (phân bố theo mọi phía).

Khi gia công cắt gọt, phối và dụng cụ cắt chuyển động tương đối với nhau (phôi đứng yên trong lúc dụng cụ cắt di động; hoặc dụng cụ cắt đứng yên trong lúc phôi di động; hoặc cả hai cùng di động với phương, chiều và vận tốc khác nhau). Những chuyển động đó gọi là chuyển động cắt gọt và thực hiện được nhờ các cơ cấu của máy cắt kim loại.

Chuyển động làm việc của máy cắt kim loại gồm chuyển động cơ bản và chuyển động phụ. Chuyển động cơ bản tạo ra việc cắt gọt và lại chia ra hai loại: chuyển động chính có tốc độ lớn và chuyển động chạy dao có tốc độ nhỏ; hai chuyển động này phối hợp với nhau để có thể cắt gọt được các bề mặt. Chuyển động phụ tạo điều kiện để quá trình cắt gọt được tiếp tục (chuyển động tiến dao, lùi dao theo các hướng...).

Nhờ phối hợp các loại chuyển động nói trên, máy cắt gọt kim loại có thể gia công được các dạng bề mặt khác nhau: Mặt phẳng, mặt trụ tròn xoay (trong và ngoài) tới cấp 1 (gia công tinh và siêu tinh), mặt ren, mặt cong phức tạp v.v. Đôi khi, máy cắt gọt không đủ các loại chuyển động cần thiết, và thiếu sót đó được bổ sung nhờ các đồ gá, các thiết bị kèm theo máy hoặc các dao định hình.

Qua gia công cắt gọt, sản phẩm có thể đạt độ chính xác từ cấp 6 (gia công thô) tới cấp 1 (gia công tinh và siêu tinh); Độ nhẵn bề mặt đạt từ $\nabla 3$ (khoan) tới $\nabla 10$ (mài mỏng). Với các phương pháp gia công siêu tinh đặc biệt (mài, rà, lăn, miết), độ nhẵn bề mặt còn có thể cao hơn nữa.

Bảng 1.1 sau đây cho ta khái niệm gần đúng về khả năng đạt độ chính xác và độ nhẵn bề mặt của một số phương pháp gia công quen thuộc.

Bảng 1.1: Độ chính xác và độ nhẵn đạt được qua các phương pháp gia công

Phương pháp gia công	Cấp chính xác	Độ nhẵn bề mặt
Tiện tinh	2	8
Tiện thô	4 ÷ 6	5
Doa tinh (dụng cụ thép gió)	2	7
Khoan, khoét rộng lỗ	4 ÷ 6	4 ÷ 5
Phay (dao mặt trụ và dao mặt đầu)	2 ÷ 4	6 ÷ 7
Phay răng và xọc răng	2 ÷ 4	6 ÷ 7

Cát ren bằng ta rô có mài	1 ÷ 2	7 ÷ 8
Cát ren bằng ta rô không mài	6	4 ÷ 5
Mài thô	4	5 ÷ 7
Mài tinh	2 ÷ 3	7 ÷ 8
Mài mỏng	1 ÷ 2	8 ÷ 10

3. Các dạng gia công

Tuỳ theo lượng kim loại bị hớt đi lúc gia công nhiều hay ít (qua mỗi lát cắt) và độ nhẵn bề mặt đạt được, chia ra các dạng gia công chính:

3.1. Gia công thô lấy đi phần lớn lượng dư gia công trên phôi để đạt hình dạng và kích thước sơ bộ cho chi tiết đang gia công. Cũng có trường hợp chỉ gia công thô là đủ vì bề mặt đó không đòi hỏi độ chính xác và độ nhẵn cao.

Trường hợp lượng dư gia công quá nhiều (ví dụ phôi rèn tự do trong sản xuất nhỏ) thường còn phải có bước gia công phá trước khi gia công thô.

Gia công thô và gia công phá đạt cấp chính xác 6 ÷ 4 và độ nhẵn $\nabla 3 \div \nabla 5$.

3.2. Gia công tinh lấy đi một lớp kim loại tương đối mỏng mà lần gia công thô để lại, có thể đạt cấp chính xác 3 ÷ 2 và độ nhẵn $\nabla 6 \div \nabla 7$. Mục đích là lấy bớt lượng dư gia công để bước gia công tinh chỉ cần cắt mỏng bảo vệ được dụng cụ cắt.

3.3. Gia công láng (mỏng) lấy đi một lớp kim loại rất mỏng để đạt chính xác cấp 1 ÷ 2 và độ nhẵn bề mặt $\nabla 7 \div \nabla 10$.

Ngoài ra, đối với các chi tiết đòi hỏi độ chính xác và nhất là độ nhẵn rất cao (chính xác cấp 1, độ nhẵn trên $\nabla 10$) người ta còn gia công siêu tinh.

II. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ CHẾ TẠO MÁY

1. Quá trình sản xuất

Quá trình sản xuất là quá trình tác động trực tiếp của con người thông qua dụng cụ sản xuất (dụng cụ, thiết bị...) nhằm biến đổi tài nguyên thiên nhiên hoặc bán thành phẩm thành thành phẩm cụ thể để đáp ứng yêu cầu của xã hội. Quá trình sản xuất được thực hiện trên cơ sở bản vẽ thiết kế.

Quá trình sản xuất thường bao gồm nhiều giai đoạn. Mỗi giai đoạn tương ứng với một công đoạn, một phân xưởng hay một bộ phận... làm những nhiệm

vụ chuyên môn khác nhau. Ví dụ quá trình sản xuất cơ khí có thể biểu diễn trên sơ đồ hình 1.1 gồm việc chuẩn bị công cụ để sản xuất, tổ chức sản xuất, bố trí chỗ làm việc, mua sắm, bảo quản nguyên vật liệu, chuẩn bị phôi, gia công cơ khí, nhiệt luyện, hoá nhiệt luyện, kiểm tra, lắp ráp, sơn, tráng, phủ, bao bì đóng gói v.v. Quá trình sản xuất được chia ra thành các công đoạn nhỏ, theo một quá trình công nghệ.

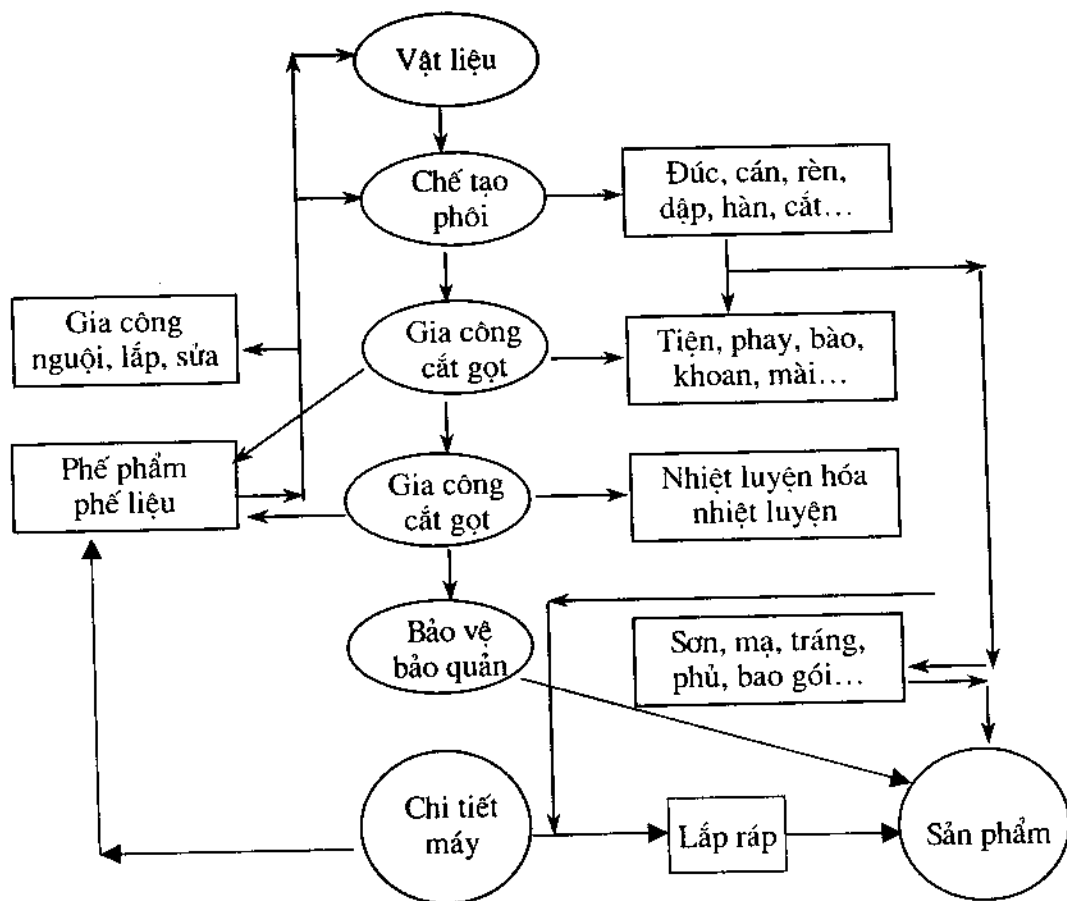
1.1. Các bước chuẩn bị trước khi chế tạo

Việc chuẩn bị trước khi chế tạo bao gồm hai bước:

Bước 1: Tính toán thiết kế, đó là quá trình khởi thảo, tính toán, thiết kế ra một dạng sản phẩm. Nó là kết quả tích lũy kinh nghiệm, sử dụng những thành tựu khoa học kỹ thuật để sáng tạo ra những công trình (sản vật) mỗi ngày càng hoàn thiện hơn, phù hợp với yêu cầu ngày càng cao của con người và trình độ phát triển của xã hội. Sản phẩm của thiết kế là bản vẽ kỹ thuật, trong đó tập hợp các hình thái nhằm thể hiện đầy đủ hình dáng, kích thước, vật liệu, dung sai và các yêu cầu kỹ thuật của sản phẩm. Nhìn vào bản vẽ có thể hình dung ra cấu tạo, vị trí, chức năng và nguyên lý hoạt động của chi tiết đó.

Bản vẽ kỹ thuật có thể được biểu diễn dưới dạng hình không gian theo một hệ trục toạ độ nào đó gọi là hình chiếu trục đo hoặc dưới dạng các hình chiếu. Chúng có thể là bản vẽ chi tiết dùng cho quá trình gia công, chế tạo; hoặc là bản vẽ tổng dùng cho lắp ráp hoặc gia công liên kết các chi tiết hoặc toàn máy. Chúng có thể là bản vẽ nguyên công dùng để xây dựng quy trình công nghệ hay lập dự toán phục vụ cho gia công hay chỉ đạo sản xuất. Tất cả các bản vẽ phải đảm bảo đúng các yêu cầu về qui định, qui phạm và các chỉ tiêu của vẽ kỹ thuật. Trên bản vẽ phải có đầy đủ các ký hiệu về kích thước, độ bóng, yêu cầu kỹ thuật...

Bước 2: Qui trình công nghệ. Qui trình công nghệ là một phần của quá trình sản xuất nhằm trực tiếp làm thay đổi trạng thái của đối tượng sản xuất theo một thứ tự chặt chẽ, bằng một công nghệ nhất định. Ví dụ qui trình công nghệ chế tạo chi tiết máy trong cơ khí nhằm biến đổi gang, thép nhờ quá trình công nghệ đúc hoặc rèn dập... để tạo phôi, sau đó là quá trình công nghệ gia công cơ khí nhằm tạo ra hình dáng, kích thước, độ bóng, độ chính xác của chi tiết. Qui trình công nghệ nhiệt luyện nhằm thay đổi tính chất vật lý của vật liệu chi tiết như độ cứng, độ bền... Qui trình công nghệ lắp ráp lại nhằm liên kết các chi tiết máy theo các vị trí tương quan của chúng để tạo thành sản phẩm hoàn chỉnh.



Hình 1.1. Sơ đồ quá trình sản xuất cơ khí

Như vậy quá trình công nghệ thực hiện theo qui tắc và nguyên lý của một qui trình công nghệ nhất định nhằm thực hiện đầy đủ nhiệm vụ của quá trình sản xuất.

1.2. Các thành phần của qui trình công nghệ

a. Nguyên công là một phần của quá trình công nghệ do một (hoặc một nhóm) công nhân thực hiện liên tục tại một chỗ làm việc để gia công một chi tiết (hay một nhóm chi tiết cùng gia công một lần).

b. Tính cố định là chỗ làm việc không đổi. Tại vị trí đó có đầy đủ trang thiết bị, dụng cụ. Nếu sản phẩm chuyển sang chỗ khác nghĩa là chuyển sang nguyên công khác (cho dù công việc gia công có giống nhau).

c. Tính liên tục nghĩa là công việc được thực hiện liên tục, không bị gián đoạn bởi công việc khác.

Như vậy nguyên công là đơn vị cơ bản, chủ yếu của quá trình công nghệ. Nó ảnh hưởng đến tính chính xác và năng suất của quá trình sản xuất. Đó cũng là đơn vị cơ sở để tính chi phí sản xuất và giá thành sản phẩm.

d. Bước là một phần của nguyên công để trực tiếp làm thay đổi trạng thái kỹ thuật của sản phẩm bằng một hay một tập hợp dụng cụ với chế độ làm việc không đổi. Khi thay đổi dụng cụ, thay đổi bề mặt, thay đổi chế độ... ta đã chuyển sang một bước mới.

d. Động tác là một phần của nguyên công, nó tập hợp các hoạt động, thao tác của công nhân để thực hiện nhiệm vụ. Đây là yếu tố cơ bản để định mức thời gian và tăng năng suất.

Từ bản vẽ kỹ thuật, dựa trên qui trình công nghệ xây dựng cho sản phẩm đó, bước tiếp theo là tổ chức triển khai chế tạo và hoàn thiện chi tiết đó. Bước cuối cùng là kiểm tra, nghiệm thu sản phẩm.

2. Khái niệm về sản phẩm và phôi

2.1. Sản phẩm là một danh từ qui ước để chỉ một vật phẩm được chế tạo ở giai đoạn cuối cùng của một quá trình sản xuất, tại một cơ sở sản xuất. Sản phẩm có thể là máy móc, thiết bị hoàn chỉnh, sử dụng được ngay nhưng cũng có thể là bộ phận, cụm máy hay chi tiết... dùng để lắp ráp hay thay thế. Ví dụ: xe đạp là sản phẩm của nhà máy xe đạp; ô tô hay xe máy là sản phẩm của nhà máy chế tạo ô tô xe máy nhưng phụ tùng lại là sản phẩm của nhà máy chuyên sản xuất phụ tùng (như ổ bi, bánh răng, xích, líp...).

2.2. Chi tiết máy là đơn vị nhỏ nhất và hoàn chỉnh về mặt kỹ thuật (không thể tách thêm ra được). Ví dụ: Bánh răng, trục, bi, vít...

2.3. Phôi hoặc bán thành phẩm là danh từ kỹ thuật để chỉ vật phẩm được tạo ra từ một quá trình sản xuất này chuyển sang một quá trình sản xuất khác. Ví dụ: Sản phẩm của quá trình đúc là vật đúc. Vật đúc có thể là chi tiết đúc (nếu đem dùng ngay mà không cần gia công tiếp nữa như quả tạ, cái kiềng...), có thể là phôi đúc nếu nó cần gia công thêm trước khi sử dụng như cắt gọt, nhiệt luyện...

Hiện nay các phân xưởng chế tạo phôi thường là các phân xưởng đúc, rèn, dập, hàn, gò, cắt kim loại v.v.

III. ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG

1. Khái niệm

Độ chính xác gia công của chi tiết máy là đặc tính quan trọng của ngành cơ khí nhằm đáp ứng yêu cầu của máy móc, thiết bị cần có khả năng làm việc chính xác để chịu tải trọng, tốc độ cao, áp lực lớn, nhiệt độ...

Độ chính xác gia công là mức độ chính xác đạt được khi gia công so với yêu cầu thiết kế. Trong thực tế độ chính xác gia công được biểu thị bằng các sai số về kích thước, sai lệch về hình dáng hình học (như độ phẳng, độ méo, độ côn...), sai lệch vị trí tương đối giữa các yếu tố hình học của chi tiết (như độ không song song, độ không vuông góc, độ không đồng tâm, độ đảo...) được gọi chung là dung sai.

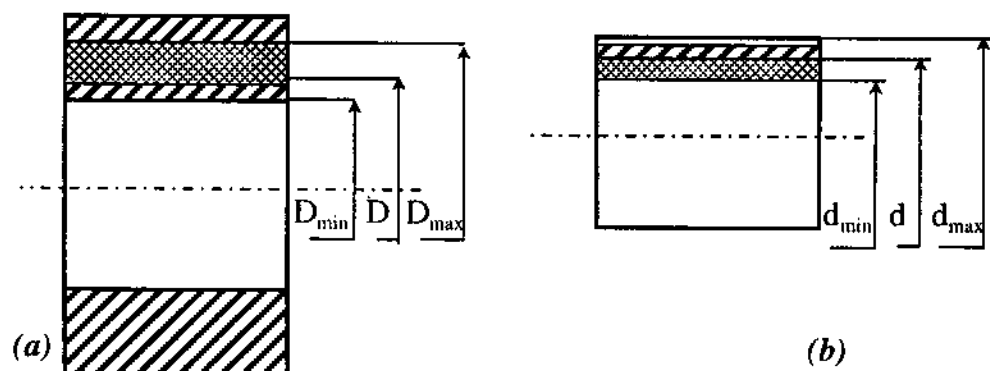
Độ chính xác gia công còn phần nào được thể hiện ở hình dáng hình học lớp tế vi bề mặt. Đó là độ bóng hay độ nhẵn bề mặt, còn gọi là độ nhám.

2. Dung sai

Khi chế tạo một sản phẩm, không thể thực hiện kích thước, hình dáng, vị trí chính xác một cách tuyệt đối để có sản phẩm giống nhau đồng loạt, vì việc gia công phụ thuộc vào nhiều yếu tố khách quan như độ chính xác của dụng cụ, thiết bị gia công, dụng cụ đo, trình độ tay nghề của công nhân, điều kiện làm việc của họ...

Do đó mọi sản phẩm khi thiết kế cần tính đến một sai số cho phép sao cho đảm bảo tốt các yêu cầu chức năng làm việc và giá thành hợp lý. Sai số cho phép của kích thước, hình dáng, vị trí thực so với kích thước danh nghĩa đó gọi là dung sai - được ghi kèm với kích thước trên bản vẽ. Dung sai kích thước là sai số cho phép của kích thước thực đạt được khi gia công so với kích thước danh nghĩa. Đó là hiệu số của kích thước lớn nhất và nhỏ nhất. Hình 1.2a biểu diễn dung sai kích thước trục và hình 1.2b dung sai kích thước lỗ.

Theo TCVN 2244-77 cũng như ISO qui định kí hiệu chữ in hoa dùng cho lỗ, chữ thường dùng cho trục.



Hình 1.2: Dung sai

Trong đó:

D (d)- kích thước danh nghĩa ghi ở đường không, sử dụng theo kích thước trong dãy ưu tiên của TCVN 192-66;

D_{max} , d_{max} - kích thước giới hạn lớn nhất;

D_{min} , d_{min} - kích thước giới hạn nhỏ nhất;

$ES = D_{max} - D$, $es = d_{max} - d$ - sai lệch trên;

$EI = D_{min} - D$, $ei = d_{min} - d$ - sai lệch dưới;

$IT_i = D_{max} - D_{min} = \Delta D = ES - EI$ - khoảng dung sai của lỗ;

$IT_i = d_{max} - d_{min} = \Delta d = es - ei$ - khoảng dung sai của trục.

- *Miền dung sai*: Theo ISO và TCVN miền dung sai của lỗ được kí hiệu bằng chữ in hoa Z_A , Z_B , Z_C ; trong đó lỗ cơ sở có cấp chính xác II với $EI = 0$ ($D_{min} = D$) cấp chính xác j_s có các sai lệch đối xứng ($ES = EI$). Miền dung sai của trục được kí hiệu bằng chữ thường a , b , c , ... z_a , z_b , z_c ; trong đó trục cơ sở có cấp chính xác h với $ei = 0$ ($d_{max} = d$). Cấp chính xác j_s có các sai lệch đối xứng ($es = ei$).

- *Dung sai hình dáng và vị trí*: Sai số hình dáng học là những sai số về hình dáng hình học của sản phẩm thực so với hình dáng hình học khi thiết kế (độ thẳng, độ phẳng, độ côn, độ méo...), còn sai số vị trí tương đối là sự sai lệch giữa các bề mặt với nhau (độ không song song, độ không đồng tâm...). Để dễ phân biệt và hiểu được các qui ước trong bản vẽ kĩ thuật về sai số hình dáng và sai số vị trí tương đối xem bảng 1.2.

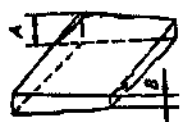
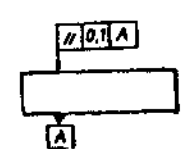
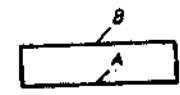
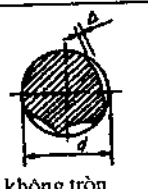
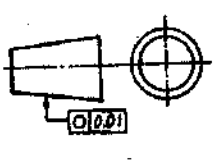
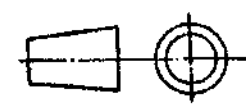
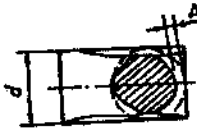
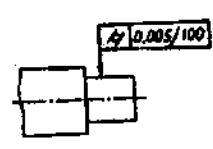


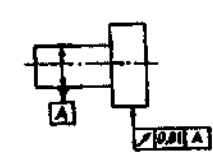
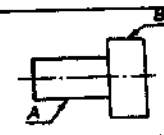
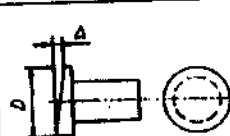
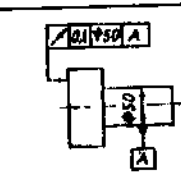


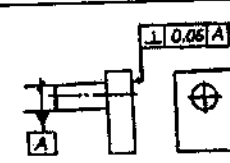
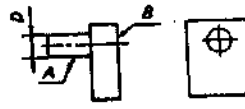
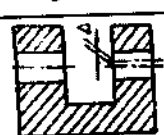
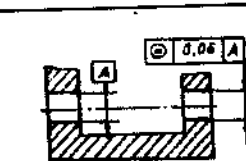
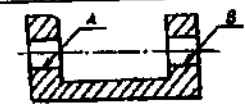
- *Cấp chính xác*: Cấp chính xác được xác định theo trị số từ nhỏ đến lớn theo khoảng cách dung sai tính bằng micrômét, viết tắt là μm ($1\mu m = 0,001$ mm) cho kích thước danh nghĩa, TCVN và ISO chia ra 12 cấp chính xác đánh số theo thứ tự độ chính xác giảm dần là 01; 0; 1; 2... 16; 17.

Như vậy mỗi kích thước được ghi gồm ba phần: Kích thước danh nghĩa, miền dung sai và cấp chính xác. Ví dụ: $\Phi 20H7$ tương ứng $\Phi 20^{+0,0021}$, $\Phi 40g6$ tương ứng $\Phi 40^{+0,1}$; trong đó cấp 01 đến cấp 1 là các cấp hiệu chính xác.

Cấp 1 đến cấp 5 là cấp chính xác cao dùng cho các chi tiết chính xác, dụng cụ đo, ca líp... Cấp 6 đến cấp 11 là cấp chính xác dùng cho các mối lắp ghép. Cấp 12 đến cấp 17 là cấp chính xác thấp có dung sai tự do.

IV. CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT SẢN PHẨM

Chất lượng bề mặt gia công của chi tiết có ý nghĩa đặc biệt quan trọng về khả năng làm việc và tuổi bền của chi tiết. Nó được đánh giá bởi tính chất cơ lý và độ nhẵn bề mặt.

Tên gọi	Ghi trên bản vẽ	Ghi trong yêu cầu kỹ thuật
 <p>Độ không song song $\Delta = A-B$</p>		 <p>Độ không song song giữa mặt B và A không lớn hơn 0,1 mm</p>
 <p>Độ không tròn</p>		 <p>Độ không tròn của mặt côn không lớn hơn 0,01 mm</p>
 <p>Độ không trụ</p>		 <p>Độ không trụ của mặt A không lớn hơn 0,005 mm trên chiều dài 100 mm</p>
 <p>Độ đảo hướng kính</p>		 <p>Độ đảo hướng kính của mặt B đối với A không lớn hơn 0,01 mm</p>
 <p>Độ đảo mặt mũi</p>		 <p>Độ đảo mặt mũi của mặt B đối với đường trục của mặt A không lớn hơn 0,1 (trên đường kính l)</p>
 <p>Độ không vuông góc</p>		 <p>Độ không vuông góc của mặt B đối với đường trục của mặt A không lớn hơn 0,06 mm</p>
 <p>Độ không đồng trục</p>		 <p>Độ không đồng trục của lỗ B đối với lỗ A không lớn hơn 0,06 mm</p>

Bảng 1.2: Sai số hình dáng và sai số vị trí tương đối các bề mặt

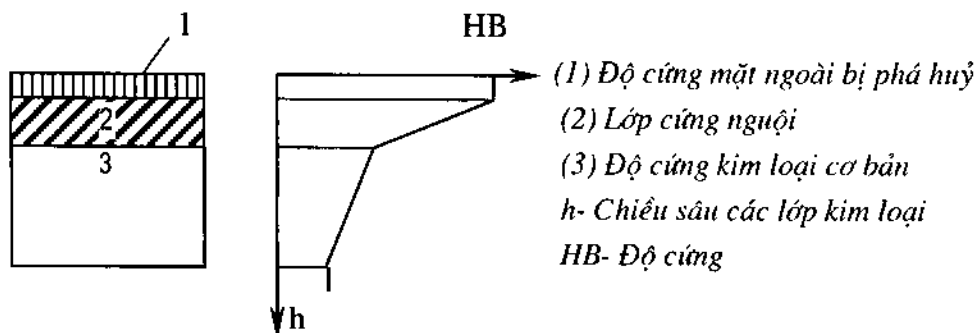
1. Tính chất cơ lý lớp bề mặt

Tính chất cơ lý lớp bề mặt gồm cấu trúc tế vi lớp bề mặt, độ cứng tế vi, trị số và dấu của ứng suất dư của lớp bề mặt; chúng ảnh hưởng nhiều đến tuổi bền của chi tiết máy. Cấu trúc tế vi và tính chất cơ lý lớp bề mặt chi tiết sau gia công giới thiệu trên hình 1.3.

- Độ cứng mặt ngoài bị phá huỷ (1) do chịu lực ép và ma sát cắt gọt, nhiệt độ tăng cao. Ngoài cùng là lớp màng khí hấp thụ (đầy khoảng 2 đến 3 Å (Å là angstrom, $1 \text{ Å} = 10^{-8} \text{ m}$), chúng hình thành khi tiếp xúc với không khí và mất đi khi bị nung nóng. Sau đó là lớp bị ô xi hoá dày khoảng 40 Å đến 80 Å.

- Lớp cứng nguội (2) là lớp kim loại bị biến dạng dẻo có chiều dày khoảng 50.000 Å, với độ cứng cao thay đổi giảm dần từ ngoài vào làm tính chất cơ lý cũng thay đổi.

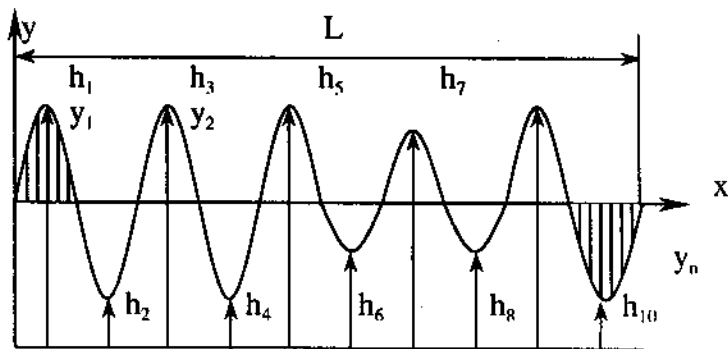
- Kim loại cơ bản từ vùng (3) trở vào.



Hình 1.3: Tính chất cơ lý lớp bề mặt

2. Độ bóng bề mặt

Độ bóng bề mặt là độ nhấp nhô tế vi của lớp bề mặt (hình 4) gồm độ lồi lõm, độ sóng, độ nhám. Đó là chỉ tiêu đánh giá độ nhấp nhô bề mặt sau khi gia công, được thể hiện bằng đại lượng R_a và R_z (μm).



Hình 1.4: Độ bóng bề mặt chi tiết gia công

TCVN 2511-78 cũng như ISO qui định 14 cấp độ bóng, kí hiệu $\sqrt{\quad}$ kèm theo các trị số. Ví dụ: $R_z 20$, $R_a 2,5$.

- R_a là sai lệch trung bình số học các giá trị tuyệt đối $|Y_i|$ của độ nhấp nhô tế vi trên chiều dài chuẩn L.

$$\text{Ta có thể tính: } R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |y| dx \rightarrow R_a = \frac{1}{n} (y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

- R_z là chiều cao nhấp nhô tế vi trên chiều dài chuẩn L với giá trị trung bình của 5 đỉnh cao nhất h_1, h_3, h_5, h_7, h_9 và 5 đáy thấp nhất $h_2, h_4, h_6, h_8, h_{10}$.

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

Từ cấp 6 đến cấp 12 chủ yếu dùng R_a , còn đối với các cấp 13, 14 và cấp 1 đến cấp 5 dùng R_z (bảng 1.3).

Trong thực tế sản xuất, tùy theo các phương pháp gia công khác nhau ta có các cấp độ bóng khác nhau, ví dụ:

- Bề mặt rất thô, thô đạt cấp 1 đến cấp 3 ($R_z = 320 \div 80$) như: đúc, rèn...
- Gia công nửa tinh và tinh đạt cấp 4 đến cấp 6 ($R_z = 40 \div 20$) như: tiện, phay, bào, khoan...
- Gia công tinh đạt cấp 6 đến cấp 8 ($R_a = 2,5 \div 0,08$): khoét, doa, mài...
- Gia công siêu chính xác đạt cấp 8 đến cấp 11 ($R_a = 0,32 \div 0,08$) như: nghiên, rà...
- Độ bóng bề mặt càng cao gia công càng khó, nhưng độ bền, độ chịu mài mòn bề mặt càng tăng.

Bảng 1.3: Các giá trị thông số độ nhám bề mặt (TCVN 2511-78)

Cấp độ nhám	Trị số độ nhám		Chiều dài chuẩn L (mm)	Phương pháp gia công	Ứng dụng
	Ra	Rz			
1	-	320÷160	8	Tiện thô, cửa, dũa, khoan...	Các bề mặt không tiếp xúc, bề mặt không quan trọng: chân máy, giá đỡ v.v.
2	-	160÷80	8		
3	-	80÷40	8		

4	-	40÷20	2,5	Tiện tinh, dũa tinh, phay...	Bề mặt tiếp xúc tinh, động, trục vít, mặt mút, bánh răng...
5	-	20÷10	2,5		
6	2,5÷1,25	-	2,5		
7	1,25÷0,63	-	0,8	Doa, mài, đánh bóng v.v	Bề mặt tiếp xúc động: bề mặt răng, bề mặt piston, bề mặt xi lanh, bề mặt chốt...
8	0,63÷0,32	-	0,8		
9	0,32÷0,16	-	0,8		
10	0,16÷0,08	-	0,25	Mài tinh mỏng, nghiền, rà, gia công đặc biệt, phương pháp khác	Bề mặt nút, van, bi, con lăn, dụng cụ đo, can mẫu v.v.
11	0,08÷0,04	-	0,25		
12	0,04÷0,02	-	0,25		
13	-	0,1÷0,05	0,08		Bề mặt làm việc các chi tiết chính xác cao: dụng cụ đo, can mẫu chuẩn...
14	-	0,05÷0,025	0,08		

V. PHƯƠNG PHÁP ĐO VÀ MỘT SỐ DỤNG CỤ ĐO THÔNG DỤNG

1. Phương pháp đo

Tuỳ theo nguyên lý làm việc của dụng cụ đo, cách xác định giá trị đo, ta có các phương pháp đo trực tiếp và đo gián tiếp.

1.1. Đo trực tiếp

Đo trực tiếp là phương pháp đo mà giá trị của đại lượng đo được xác định trực tiếp theo chỉ số hoặc số đo trên dụng cụ đo.

- *Đo trực tiếp tuyệt đối* dùng đo trực tiếp kích thước cần đo và giá trị đo được nhận trực tiếp trên vạch chỉ thị của dụng cụ.

- *Đo trực tiếp so sánh* dùng để xác định trị số sai lệch của kích thước so với mẫu chuẩn. Giá trị sai số được xác định bằng phép cộng đại số kích thước mẫu chuẩn với trị số sai lệch đó.

1.2. Đo gián tiếp

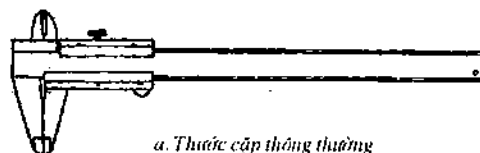
Dùng xác định kích thước gián tiếp qua các kết quả đo các đại lượng có liên quan đến đại lượng đo.

1.3. Đo phân tích (đo từng phần):

Dùng xác định các thông số riêng biệt của sản phẩm không phụ thuộc vào nhau.

2. Dụng cụ đo

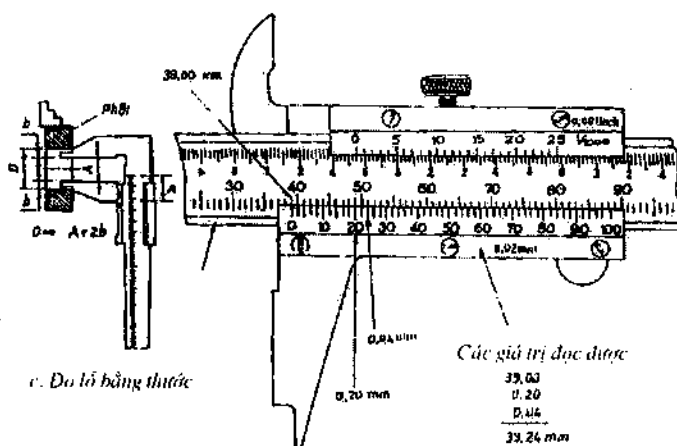
Từ hình 1.5 đến hình 1.7 giới thiệu một số dụng cụ đo thông dụng. Độ chính xác kích thước phụ thuộc vào loại dụng cụ đo và các phương pháp đo khác nhau. Các loại dụng cụ đo thường gặp là các loại thước: thước thẳng, thước cuộn, thước dây, thước lá, thước cặp, thước đo góc, com pa, pan me, đồng hồ so, ca líp, can mẫu... Các loại thiết bị đo tiên tiến thường dùng như: đầu đo khí nén, đầu đo bằng siêu âm hoặc lade, thiết bị quang học, thiết bị đo bằng điện hay điện tử v.v.



a. Thước cặp thông thường



b. Thước cặp có đồng hồ



c. Đo lỗ bằng thước

d. Cách đọc giá trị đo được bằng thước cặp

Hình 1.5: Thước cặp

- *Thước lá* có vạch chia đến 0,5 hoặc 1 mm, dùng đo chiều dài, chiều rộng, khoảng cách, chiều sâu... như trục, thanh, rãnh, lỗ... với độ chính xác thấp khoảng $\pm 0,1$ mm.

- *Thước cặp* là dụng cụ đo vạn năng để đo các kích thước giới hạn ngắn như chiều dài, chiều sâu, khoảng cách, đường kính ngoài, đường kính lỗ... với độ chính xác có thể đạt được khoảng $\pm(0,02 \div 0,05)$ mm. Hình 1.5a là loại thước cặp thông thường với độ chính xác $\pm 0,05$ mm, hình 1.5b là thước cặp đồng hồ có thể đo kích thước đạt độ chính xác $\pm 0,02$ mm và hình 1.5c hướng dẫn phương pháp đo bằng thước cặp có độ chính xác $\pm 0,05$ mm và hình 1.5d là cách đọc giá trị đo bằng loại thước cặp có độ chính xác 0,02 mm.