

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
VIỆN CƠ KHÍ
BỘ MÔN CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

CƠ SỞ CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

(Giáo trình cho sinh viên cơ khí các trường đại học kỹ thuật)

In lần thứ năm



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI – 2010

LỜI NÓI ĐẦU

Các ngành kinh tế nói chung và ngành cơ khí nói riêng luôn luôn đòi hỏi các kỹ sư cơ khí và cán bộ kỹ thuật cơ khí được đào tạo phải có kiến thức cơ bản tương đối rộng. Đồng thời họ phải biết vận dụng những kiến thức đó để giải quyết những vấn đề cụ thể thường gặp trong sản xuất, sửa chữa và sử dụng.

Môn học Cơ sở công nghệ chế tạo máy có vị trí quan trọng trong chương trình đào tạo kỹ sư và cán bộ kỹ thuật về thiết kế, chế tạo các loại máy và các trang bị cơ khí phục vụ các ngành kinh tế như công nghiệp, nông nghiệp, giao thông vận tải, điện lực, dầu khí, v.v...

Mục tiêu của môn học là tạo điều kiện cho người học nắm vững và vận dụng có hiệu quả các phương pháp thiết kế, xây dựng và quản lý các quá trình chế tạo sản phẩm cơ khí về kỹ thuật và tổ chức sản xuất nhằm đạt được các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật theo yêu cầu trong điều kiện và quy mô sản xuất cụ thể.

Môn học còn truyền đạt những yêu cầu về chỉ tiêu công nghệ cần thiết nhằm nâng cao tính công nghệ trong quá trình thiết kế các kết cấu cơ khí để góp phần nâng cao hiệu quả chế tạo chúng.

Ngày nay cuộc cách mạng khoa học kỹ thuật trên thế giới đang phát triển với tốc độ rất nhanh, đưa tới những thành tựu mới trong chế tạo cơ khí như các hệ thống tự động hóa sản xuất, trong đó có kỹ thuật sản xuất linh hoạt dùng tay máy – người máy, công nghệ gia công trên các máy điều khiển số CNC, hệ thống sản xuất tích hợp CIM, v.v... Song những kỹ thuật mới này cũng đều xuất phát từ những lý thuyết kinh điển của công nghệ chế tạo máy đã hình thành và phát triển từ hơn một thế kỷ nay. Vì vậy mà những kiến thức cơ bản kinh điển này không thể thiếu được trong chương trình đào tạo các kỹ sư và cán bộ kỹ thuật cơ khí. Với ý nghĩa trên chúng tôi tái bản cuốn “Cơ sở công nghệ chế tạo máy”.

Sách được dùng làm tài liệu giảng dạy và học tập cho sinh viên cả ngành cơ khí trong các trường đại học kỹ thuật. Ngoài ra nó còn dùng làm tài liệu tham khảo cho các cán bộ kỹ thuật cơ khí, các học viên cao học và các nghiên cứu sinh thuộc lĩnh vực cơ khí chế tạo.

Chúng tôi rất mong nhận được các ý kiến đóng góp của bạn đọc và các bạn đồng nghiệp để cuốn sách trong lần tái bản sau được hoàn chỉnh hơn. Các ý kiến xin gửi về Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

Các tác giả

NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Ngành chế tạo máy đóng vai trò quan trọng trong việc sản xuất ra các thiết bị, công cụ cho mọi ngành trong nền kinh tế quốc dân, tạo tiền đề cần thiết để các ngành này phát triển mạnh hơn. Vì vậy việc phát triển khoa học kỹ thuật trong lĩnh vực công nghệ chế tạo máy có ý nghĩa hàng đầu nhằm thiết kế, hoàn thiện và điều khiển quá trình sản xuất đạt hiệu quả kinh tế cao nhất.

Quá trình hình thành một sản phẩm cơ khí có thể hình dung như sau:

Căn cứ vào yêu cầu sử dụng, thiết kế ra nguyên lý của thiết bị; từ nguyên lý thiết kế ra kết cấu thực, sau đó là chế thử để kiểm nghiệm kết cấu và sửa đổi hoàn thiện rồi mới đưa vào sản xuất hàng loạt. Nhiệm vụ của nhà thiết kế là thiết kế ra những thiết bị đảm bảo phù hợp với yêu cầu sử dụng, còn nhà công nghệ thì căn cứ vào kết cấu đã thiết kế để chuẩn bị quá trình sản xuất và tổ chức sản xuất. Nhưng giữa thiết kế và chế tạo có mối quan hệ rất chặt chẽ. Nhà thiết kế khi nghĩ tới những yêu cầu sử dụng của thiết bị đồng thời cũng phải nghĩ đến những vấn đề về công nghệ để sản xuất ra chúng. Vì thế nhà thiết kế cũng cần phải nắm vững kiến thức về công nghệ chế tạo.

Từ bản thiết kế kết cấu đến lúc ra sản phẩm cụ thể là một quá trình phức tạp, chịu tác động của nhiều yếu tố khách quan và chủ quan làm cho sản phẩm cơ khí sau khi chế tạo có sai lệch so với bản thiết kế kết cấu. Như vậy khi chuẩn bị công nghệ chế tạo cần chú ý không chế sai lệch đó trong phạm vi cho phép.

Công nghệ chế tạo máy là một lĩnh vực khoa học kỹ thuật có nhiệm vụ nghiên cứu, thiết kế và tổ chức thực hiện quá trình chế tạo sản phẩm cơ khí đạt các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật nhất định trong điều kiện quy mô sản xuất cụ thể.

Một mặt công nghệ chế tạo máy là lý thuyết phục vụ cho công việc chuẩn bị sản xuất và tổ chức sản xuất có hiệu quả nhất. Mặt khác nó là môn học nghiên cứu các quá trình hình thành các bề mặt chi tiết và lắp ráp chúng thành sản phẩm.

Công nghệ chế tạo máy là một môn học liên hệ chặt chẽ giữa lý thuyết và thực tiễn sản xuất. Nó được tổng kết từ thực tiễn sản xuất để không ngừng nâng cao trình độ kỹ thuật, rồi được đem ứng dụng vào sản xuất để giải quyết những vấn đề thực tế phức tạp hơn, khó khăn hơn. Vì thế phương pháp nghiên cứu công nghệ chế tạo máy phải luôn luôn liên hệ chặt chẽ với điều kiện sản xuất thực tế.

Lịch sử ngành chế tạo máy không phải là mới, nhưng đưa công nghệ chế tạo máy trở thành một môn học thì lại là việc làm chưa lâu. Cho đến nay môn học này đã có một sơ sở lý thuyết có hệ thống và tương đối hoàn chỉnh thêm nữa nhờ sự phát triển của kỹ thuật vật liệu, kỹ thuật điện tử mà kỹ thuật chế tạo máy càng được nâng cao.

Ngày nay, khuynh hướng tất yếu của chế tạo máy là tự động hóa và điều khiển quá trình thông qua việc điện tử hóa và sử dụng máy tính từ khâu chuẩn bị sản xuất tới khi sản phẩm ra xưởng.

Đối tượng nghiên cứu của công nghệ chế tạo máy là chi tiết gia công kim loại nhìn theo khía cạnh hình thành các bề mặt của chúng và quan hệ lắp ghép chúng lại thành sản phẩm hoàn chỉnh.

Để làm công nghệ được tốt cần có sự hiểu biết sâu rộng về các môn khoa học cơ bản như: sức bền vật liệu, nguyên lý máy, chi tiết máy, máy công cụ, nguyên lý cắt, dụng cụ cắt, v.v... Các môn học tính toán và thiết kế đồ gá, thiết kế nhà máy cơ khí, tự động hóa quá trình công nghệ sẽ hỗ trợ tốt cho môn học công nghệ chế tạo máy và là những vấn đề có quan hệ khăng khít với môn học này.

Môn học công nghệ chế tạo máy không những giúp người học nắm vững các phương pháp gia công các chi tiết có hình dáng, độ chính xác, vật liệu khác nhau và công nghệ lắp ráp chúng thành sản phẩm mà còn giúp cho người học khả năng phân tích so sánh, ưu khuyết điểm của từng phương pháp gia công thích hợp nhất, vận dụng được kỹ thuật mới và những biện pháp tổ chức sản xuất tối ưu để nâng cao năng suất lao động. Mục đích cuối cùng của công nghệ chế tạo máy là nhằm đạt được: chất lượng sản phẩm, năng suất lao động và hiệu quả kinh tế cao.

Để đi sâu nghiên cứu từng phần của môn học chúng ta cần làm quen với một số khái niệm và định nghĩa cơ bản sau đây:

1. QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT VÀ QUÁ TRÌNH CÔNG NGHỆ

Nói một cách tổng quát thì quá trình sản xuất là quá trình con người

tác động vào tài nguyên thiên nhiên để biến nó thành sản phẩm phục vụ cho lợi ích của con người.

Định nghĩa đó rất rộng, có thể bao gồm nhiều giai đoạn. Ví dụ, để có một sản phẩm cơ khí thì phải qua khai thác quặng, luyện kim, gia công cơ nhiệt, hóa; lắp ráp, v.v...

Nói hẹp hơn trong một nhà máy cơ khí thì quá trình sản xuất là quá trình tổng hợp các hoạt động có ích để biến nguyên liệu và bán thành phẩm thành sản phẩm của nhà máy. Trong đó có thể kể đến các quá trình chính như: chế tạo phôi; gia công cắt gọt; gia công nhiệt, hóa; kiểm tra; lắp ráp và hàng loạt các quá trình phụ như: vận chuyển, chế tạo dụng cụ, sửa chữa máy, bảo quản trong kho, chạy thử, điều chỉnh, sơn lót, bao bì đóng gói v.v.

Từ quan điểm công nghệ chúng ta cần nghiên cứu từng phần của quá trình sản xuất đó, một trong các phần đó là quá trình công nghệ.

Quá trình công nghệ là một phần của quá trình sản xuất trực tiếp làm thay đổi trạng thái và tính chất của đối tượng sản xuất. Thay đổi trạng thái và tính chất bao hàm: thay đổi hình dáng kích thước, tính chất lý hóa của vật liệu, vị trí tương quan giữa các bộ phận của chi tiết.

Quá trình công nghệ gia công cơ là quá trình cắt gọt phôi để làm thay đổi kích thước, hình dáng của nó.

Quá trình công nghệ nhiệt luyện là quá trình làm thay đổi tính chất vật lý và hóa học của vật liệu chi tiết.

Quá trình công nghệ lắp ráp là quá trình tạo thành những quan hệ tương quan giữa các chi tiết thông qua các loại liên kết mối lắp ghép.

Ngoài ra còn có các quá trình công nghệ chế tạo phôi (đúc, gia công áp lực, v.v...).

Xác định quá trình công nghệ hợp lý rồi ghi thành văn kiện công nghệ thì các văn kiện công nghệ đó gọi là quy trình công nghệ.

2. CÁC THÀNH PHẦN CỦA QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

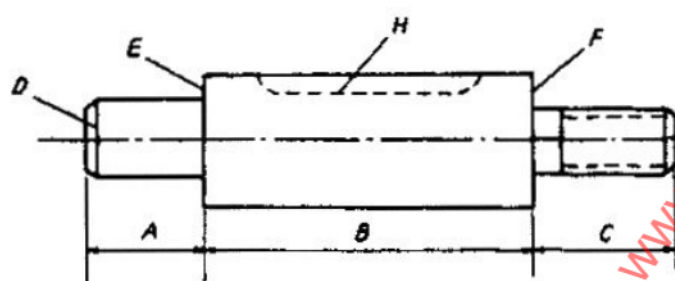
a) Nguyên công là một phần của quá trình công nghệ được hoàn thành liên tục tại một chỗ làm việc do một hay một số nhóm công nhân thực hiện.

Nếu thay đổi một trong các điều kiện: tính làm việc liên tục hoặc chỗ làm việc thì đã chuyển sang một nguyên công khác.

Ví dụ: tiện trục bậc (hình 1-1). Nếu tiện một đầu rồi trở đầu ngay để

tiện đầu kia thì vẫn thuộc một nguyên công.

Nhưng nếu tiện một đầu cho cả loạt xong rồi mới tiện đầu còn lại cũng cho cả loạt đó thì thành hai nguyên công. Hoặc là trên một máy chỉ tiện một đầu, còn đầu kia lại tiện trên một máy khác thì cũng là hai nguyên công.



Hình 1-1. Tiện trục bậc

Sau khi tiện mặt trụ ở một máy, phay rãnh then ở trên máy khác thì rõ ràng là hai nguyên công.

Nguyên công là đơn vị cơ bản của quá trình công nghệ để hoạch toán và tổ chức sản xuất. Phân chia quá trình công nghệ ra thành các nguyên công có ý nghĩa kỹ thuật và kinh tế.

Ý nghĩa kỹ thuật là ở chỗ tùy theo yêu cầu kỹ thuật của chi tiết mà phải gia công mặt phẳng đó bằng phương pháp mài hay phay.

Ý nghĩa kinh tế (ví dụ, công việc tiện trục kể trên) phải tùy theo sản lượng và điều kiện sản xuất cụ thể mà chia nhỏ ra làm nhiều nguyên công (phân tán nguyên công) hoặc là tập trung ở một vài nguyên công (tập trung nguyên công) nhằm mục đích đảm bảo sự cân bằng cho nhịp sản xuất. Hoặc trên một máy chính xác không nên làm cả việc thô và việc tinh mà phải chia thành hai nguyên công thô và tinh cho hai máy, máy chính xác và máy thô (vì máy chính xác đắt hơn máy thô).

b) *Gá* là một phần của nguyên công được hoàn thành trong một lần gá đặt chi tiết. Ví dụ, gá tiện một đầu rồi đổi gá đầu kia là hai lần gá.

Một nguyên công có thể có một hoặc nhiều lần gá.

c) *Vị trí* cũng là một phần của nguyên công, được xác định bởi một vị trí tương quan giữa chi tiết với máy hoặc giữa chi tiết với dao cắt. Ví dụ, mỗi lần phay một cạnh hoặc khoan một lỗ trên chi tiết có nhiều lỗ được gọi là một vị trí.

Như vậy một lần gá có thể có một hoặc nhiều vị trí.

d) *Bước* cũng là một phần của nguyên công gia công một bề mặt (hoặc một tập hợp bề mặt) sử dụng một dao (hoặc một bộ dao) đồng thời chế độ làm việc của máy duy trì không đổi (chế độ cắt không đổi).

Nếu thay đổi một trong các điều kiện: bề mặt gia công hoặc chế độ làm việc của máy (như đổi tốc độ cắt hoặc bước tiến hoặc chiều sâu cắt, v.v...) thì là đã chuyển sang một bước khác.

Ví dụ, trong hình 1-1 tiến hành tiện ba đoạn A, B, C là ba bước khác nhau; tiện bốn mặt đầu D, E, F, G là bốn bước độc lập với nhau.

Tiện ngoài rồi đổi tốc độ, bước tiến và thay dao để tiện ren là hai bước khác nhau.

Như vậy một nguyên công có thể có một hoặc nhiều bước.

e) *Đường chuyển dao* là một phần của bước để hút bớt đi một lớp vật liệu có cùng chế độ cắt và bằng cùng một dao.

Ví dụ, để tiện ngoài một mặt trụ có thể dùng cùng một chế độ cắt, cùng một dao để hút làm nhiều lần; mỗi lần là một đường chuyển dao. Như vậy mỗi bước có thể có một hoặc nhiều đường chuyển dao.

g) *Động tác* là một hành động của công nhân để điều khiển máy thực hiện việc gia công hoặc lắp ráp. Ví dụ: bấm nút, quay ụ dao, đẩy ụ đông, v.v...

Động tác là đơn vị nhỏ nhất của quá trình công nghệ.

Việc phân chia thành động tác rất cần thiết để định mức thời gian, nghiên cứu năng suất lao động và tự động hóa nguyên công.

3. CÁC DẠNG SẢN XUẤT VÀ CÁC HÌNH THỨC TỔ CHỨC SẢN XUẤT

Dựa vào nhu cầu của xã hội, nhà máy cần phải sản xuất một số lượng sản phẩm trong một khoảng thời gian nhất định. Đó là kế hoạch sản xuất của nhà máy, kế hoạch sản xuất này có thể do cấp trên giao cho, cũng có thể do bản thân nhà máy tự lập ra theo nhu cầu của thị trường.

Khi đã có kế hoạch nhà máy phải động viên toàn bộ lực lượng để thực hiện kế hoạch đó. Trong kế hoạch sản xuất chỉ tiêu quan trọng nhất là sản lượng hàng năm tính theo đơn vị sản phẩm (chiếc) hoặc trọng lượng (tấn) hoặc bằng giá trị tiền (đồng) tùy theo ngành sản xuất.

Dạng sản xuất là một khái niệm đặc trưng có tính chất tổng hợp giúp cho việc xác định hợp lý đường lối, biện pháp công nghệ và tổ chức sản xuất để chế tạo ra sản phẩm đạt những chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật. Các yếu tố đặc trưng của dạng sản xuất là:

- Sản lượng.
- Tính ổn định của sản phẩm.

- Tính lặp lại của quá trình sản xuất.
- Mức độ chuyên môn hóa trong sản xuất.

Tùy theo sản lượng hàng năm và mức độ ổn định của sản phẩm mà người ta chia ra ba dạng sản xuất sau đây:

- Sản xuất đơn chiếc.
- Sản xuất hàng loạt.
- Sản xuất hàng khối.

• *Dạng sản xuất đơn chiếc* có đặc điểm là sản lượng hàng năm ít thường từ một đến vài chục chiếc, sản phẩm không ổn định do chủng loại nhiều, chu kỳ chế tạo lại không được xác định. Do vậy trong dạng sản xuất này thường chỉ sử dụng các trang thiết bị, dụng cụ công nghệ vạn năng. Máy móc được bố trí theo loại máy, thành từng bộ phận sản xuất khác nhau. Tài liệu công nghệ có nội dung sơ lược, thường là dưới dạng phiếu tiến trình công nghệ. Yêu cầu trình độ thợ phải cao.

• *Dạng sản xuất hàng loạt* có sản phẩm hàng năm không quá ít, sản phẩm được chế tạo thành từng loạt theo chu kỳ xác định. Sản phẩm tương đối ổn định.

Tùy theo sản lượng và mức độ ổn định của sản phẩm mà người ta còn chia ra dạng sản xuất loạt nhỏ, loạt vừa, loạt lớn. Sản xuất loạt nhỏ rất gần và giống sản xuất đơn chiếc, còn sản xuất loạt lớn rất gần và giống hàng khối.

• *Dạng sản xuất hàng khối* có sản lượng rất lớn; sản phẩm ổn định, trình độ chuyên môn hóa sản xuất cao; trang thiết bị, dụng cụ công nghệ thường là chuyên dùng; quá trình công nghệ được thiết kế và tính toán chính xác và được ghi thành các tài liệu công nghệ có nội dung cụ thể và tỷ mỉ. Trình độ thợ đứng máy không cần cao, nhưng phải có thợ điều chỉnh máy giỏi.

Dạng sản xuất hàng khối cho phép áp dụng các phương pháp công nghệ tiên tiến, có điều kiện cơ khí hóa và tự động hóa sản xuất, tạo điều kiện tổ chức các đường dây gia công chuyên môn hóa. Các máy ở dạng sản xuất này thường được bố trí theo thứ tự nguyên công của quá trình công nghệ.

Cần chú ý là việc phân chia thành ba dạng sản xuất như trên chỉ có tính chất tương đối.

Trong thực tế người ta còn chia các dạng sản xuất như sau:

- Sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ.

- Sản xuất hàng loạt.
- Sản xuất loạt lớn và hàng khối.

Ứng với từng dạng sản xuất là trình độ chuyên môn hóa sản xuất nhất định. Trình độ chuyên môn hóa sản xuất được xác định tổng quát bằng hệ số chuyên môn hóa K_c :

$$K_c = \frac{n}{m}; \quad (1.1)$$

n - số nguyên công khác nhau được thực hiện.

m - số máy được sử dụng.

Trong bảng 1-1 cho các giá trị tham khảo của hệ số K_c ứng với các dạng sản xuất.

Bảng 1-1. Hệ số chuyên môn hóa K_c theo quy mô sản xuất cho quá trình gia công chi tiết máy

Dạng sản xuất	Hệ số chuyên môn hóa K_c theo tài liệu các nước	
	Cộng hòa dân chủ Đức (cũ)	Liên Xô (cũ)
Hàng khối	1 + 3	1 + 3
Loạt lớn	3 + 10	3 + 5
Loạt vừa	10 + 100	5 + 20
Loạt nhỏ	100 + 200	20 + 40
Đơn chiếc	Lớn hơn 200	Lớn hơn 40

Muốn tăng năng suất trong quá trình sản xuất ở ngành chế tạo máy bằng cách áp dụng các biện pháp kỹ thuật sản xuất và tổ chức sản xuất tiên tiến, trước hết phải đảm bảo số lượng sản phẩm đủ nhiều tính cho một dây chuyền sản xuất, nói một cách khác là phải tìm biện pháp để nâng cao tính chất hàng loạt của sản phẩm.

Dạng sản xuất của nhà máy hoặc từng phân xưởng được xác định tổng quát nhất là theo hệ số chuyên môn hóa (K_c) khi đã có giải trình thiết kế kỹ thuật tương đối chính xác. Trong thực tế còn có thể xác định dạng sản xuất theo hai yếu tố của đối tượng sản xuất là số lượng và trọng lượng của đối tượng (chi tiết, sản phẩm). Dạng sản xuất còn được xác định bằng các bảng thích hợp cho trong các tài liệu hướng dẫn thiết kế hoặc các sổ tay thiết kế công nghệ chế tạo máy.

Ngoài ra chúng ta còn phải nắm vững các hình thức tổ chức sản xuất để sử dụng thích hợp cho các dạng sản xuất khác nhau.

Quá trình chế tạo sản phẩm cơ khí thường được thực hiện theo hai hình

