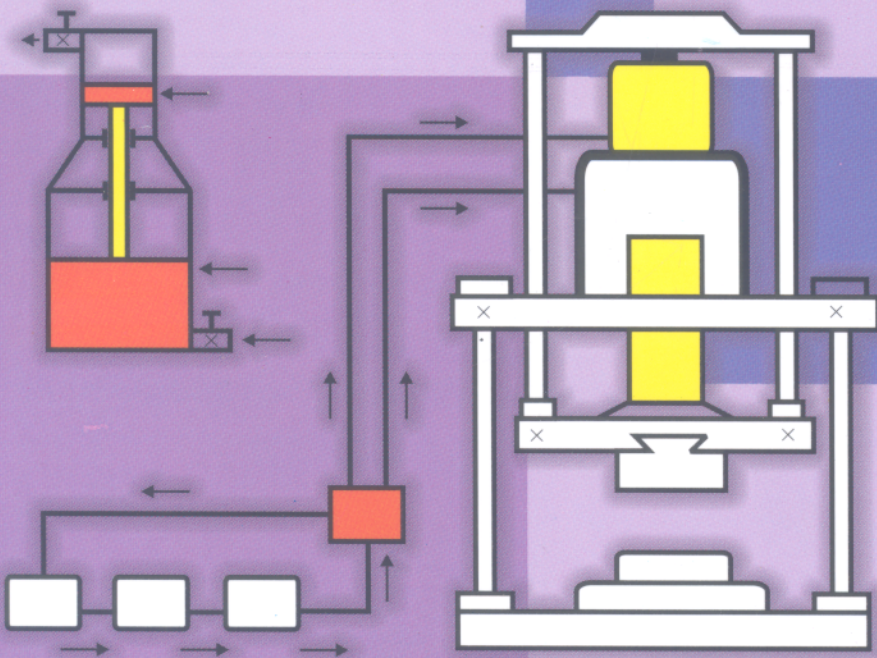


TS. NGUYỄN TIẾN ĐÀO

# Công nghệ chế tạo phôi

TÀI LIỆU DÙNG CHO SINH VIÊN, HỌC VIÊN,  
GIẢNG VIÊN CÁC NGÀNH  
CƠ KHÍ, CHẾ TẠO MÁY, KỸ THUẬT, SƯ PHẠM KỸ THUẬT ...  
TRONG CÁC TRƯỜNG ĐẠI HỌC,  
CAO ĐẲNG VÀ DẠY NGHỀ  
THUỘC CÁC HỆ ĐÀO TẠO.



TS. NGUYỄN TIẾN ĐÀO

# CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO PHÔI

*Tài liệu dùng cho sinh viên, học viên, giảng viên các ngành  
cơ khí, chế tạo máy, kỹ thuật, sư phạm kỹ thuật...  
trong các trường đại học, cao đẳng và dạy nghề  
thuộc các hệ đào tạo*



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Hà Nội - 2006

## LỜI GIỚI THIỆU

“**Công nghệ chế tạo phôi**” là môn học kỹ thuật cơ sở bao gồm những kiến thức chung có liên quan đến các ngành kỹ thuật, cơ khí, chế tạo máy, sư phạm kỹ thuật... trong hệ thống đào tạo đại học, cao đẳng và dạy nghề.

Cuốn sách có bốn phần:

Phần thứ nhất: **Những khái niệm chung.**

Phần thứ hai: **Chế tạo phôi bằng các phương pháp đúc.**

Phần thứ ba: **Chế tạo phôi gia công kim loại bằng áp lực**

Phần thứ tư: **Chế tạo phôi bằng hàn và cắt kim loại.**

Nội dung của cuốn sách bao gồm những kiến thức cơ bản về công nghệ chế tạo các loại phôi; thiết kế công nghệ khi chế tạo các loại phôi đúc, phôi gia công kim loại bằng áp lực, phôi hàn và cắt kim loại; các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật khi chọn phôi và chọn phương án công nghệ chế tạo các loại phôi.

“**Công nghệ chế tạo phôi**” giới thiệu các phương pháp chế tạo phôi đúc, rèn, dập, hàn, cắt kim loại, nguyên lý và phương pháp cơ bản để thiết kế công nghệ cho quá trình chế tạo các loại phôi.

“**Công nghệ chế tạo phôi**” là tài liệu giúp cho sinh viên, học viên dễ dàng tiếp thu các môn khoa học tiếp theo thuộc lĩnh vực cơ khí và chế tạo máy, các ngành kỹ thuật và các ngành kinh tế, tạo điều kiện nhanh chóng tiếp cận với khoa học hiện đại.

“**Công nghệ chế tạo phôi**” cũng có thể là những tài liệu tham khảo bổ ích cho các giảng viên và bạn đọc.

Nhân dịp xuất bản cuốn sách, chúng tôi xin chân thành cảm ơn trường Đại học Bách khoa Hà nội, Khoa Cơ khí, Bộ môn Hàn - Công nghệ kim loại và các bạn đồng nghiệp đã tạo điều kiện, giúp đỡ, đóng góp nhiều ý kiến quý báu cho việc biên soạn cuốn sách này.

*Cuốn sách chắc còn có những thiếu sót, chúng tôi xin trân trọng cảm ơn và mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn đọc xa gần và các bạn đồng nghiệp.*

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

**Tác giả**

# KHÁI NIỆM CHUNG

## 1. Khái niệm và định nghĩa

### 1.1. Khái niệm về sản phẩm

*a. Sản phẩm* là danh từ quy ước chỉ 1 vật phẩm được chế tạo ra ở giai đoạn cuối cùng của 1 quá trình sản xuất, tại 1 cơ sở sản xuất để chế tạo ra *máy, thiết bị* hoàn chỉnh, sử dụng ngay. Ngoài ra sản phẩm cũng có thể là *bộ phận, cụm máy, chi tiết...* dùng lắp ráp, thay thế. Xe đạp, xe máy, ô tô... là sản phẩm của nhà máy xe đạp, xe máy, ô tô... *Phụ tùng* là sản phẩm của nhà máy chuyên sản xuất phụ tùng (ổ bi, bánh răng, xích, líp, sãm, lốp...).

*b. Chi tiết máy* là đơn vị nhỏ nhất và hoàn chỉnh về mặt kỹ thuật (không thể tách thêm ra được nữa, ví dụ, bánh răng, trục, bi, vít, lốp...).

*c. Bộ phận máy (cụm máy)* gồm một số chi tiết liên kết với nhau theo những nguyên lý và quy luật nhất định, nhưng tự nó chưa thể hoạt động độc lập được mà phải lắp ghép, liên kết với một sản phẩm hoàn chỉnh khác để hoạt động (ví dụ, xích, líp, moayơ, sãm... có quy luật làm việc riêng nhưng phải lắp vào xe mới hoạt động được).

### 1.2. Khái niệm về phối

#### 1.2.1. Định nghĩa

*Phối* là một danh từ kỹ thuật quy ước, chỉ 1 sản phẩm tạo ra từ quá trình sản xuất này chuyển sang quá trình sản xuất khác - *bán thành phẩm*.

*Vật đúc* là sản phẩm được chế tạo từ *quá trình sản xuất đúc*.

*Vật đúc* còn gọi là *phôi đúc (bán thành phẩm)*, có lượng dư gia công cần cắt gọt đi (bằng tiện, phay, bào, mài...) để thành chi tiết máy đạt được độ nhẵn, độ chính xác. Nếu sản phẩm đúc đem dùng ngay, không cần qua gia công (tạ, kiềng, lưỡi cày, bi nghiền) thì được gọi là *chi tiết đúc*.

Tương tự ta có phối kim loại gia công bằng áp lực (phôi rèn - đập); phối hàn hay cắt kim loại bằng khí, hồ quang, tia lửa điện, lade...

Các phân xưởng chế tạo phôi gồm các phân xưởng: đúc, rèn, dập, hàn, gò, cắt kim loại...

### 1.2.2 Đặc trưng

**Phôi (bán thành phẩm)** được tạo ra từ một quá trình sản xuất còn cần tiếp tục gia công bằng một quá trình sản xuất khác để có chi tiết hoàn chỉnh. **Phôi** có độ nhẵn, độ chính xác kém, kích thước lớn hơn kích thước chi tiết và bằng tổng các lượng dư gia công.

Như vậy phôi hay bán thành phẩm là một dạng sản phẩm được tạo ra từ một quá trình sản xuất còn cần phải tiếp tục gia công bằng một quá trình sản xuất khác để đạt được chi tiết hoàn chỉnh.

### 1.2.3. Nguyên tắc cơ bản để chọn phôi

Khi lập quy trình công nghệ chế tạo một chi tiết máy cần chọn vật liệu chế tạo phôi, loại phôi, xác định kích thước phôi.

Kích thước phôi được xác định bằng cách tính toán lượng dư gia công. Còn chọn loại phôi dựa vào yêu cầu kỹ thuật và chức năng làm việc của chi tiết sau này. Dựa trên cơ sở đó để chọn loại vật liệu cần thiết, kích thước hình dáng, kết cấu công nghệ, dạng sản xuất (sản lượng), phương pháp chế tạo phôi và khả năng đạt độ chính xác của phương pháp, đặc biệt phải căn cứ vào khả năng và điều kiện cụ thể của phân xưởng, xí nghiệp.

Chọn phôi hợp lý đảm bảo các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật (tính năng kỹ thuật tốt nhất, giá thành hạ, chi phí sản xuất thấp, tiết kiệm nguyên vật liệu, dễ chế tạo, quy trình công nghệ đơn giản, hợp lý). Muốn vậy ta chọn hệ số sử dụng vật liệu hợp lý.

**Hệ số sử dụng vật liệu K** là tỷ số giữa khối lượng chi tiết và khối lượng phôi, có thể tính bằng công thức:

$$K = \frac{m_{ct}}{m_{ph}}$$

Trong đó:  $m_{ct}$  - khối lượng chi tiết, (kg);

$m_{ph}$  - khối lượng phôi, (kg).

Hệ số sử dụng vật liệu - đặc trưng cho **trình độ kỹ thuật** chế tạo phôi. Hiện nay, với trình độ kỹ thuật tiên tiến người ta phấn đấu để

hình dáng, kích thước phôi ngày càng gần với hình dáng, kích thước của chi tiết, nghĩa là cho K tiến dần tới 1.

Khi  $K = 1$ , không cần gia công thêm nên tiết kiệm, hạ giá thành nhiều.

### 1.3. Quá trình thiết kế

Quá trình thiết kế là quá trình khởi thảo, tính toán, thiết kế ra một dạng sản phẩm thể hiện trên bản vẽ kỹ thuật, thuyết minh, tính toán, công trình... Đó là quá trình sử dụng thành tựu khoa học kỹ thuật, tích lũy kinh nghiệm để sáng tạo sản phẩm mới ngày càng hoàn thiện, phù hợp yêu cầu ngày càng cao của con người. Bản thiết kế là cơ sở để thực hiện quá trình sản xuất, là cơ sở pháp lý để kiểm tra, đo lường, nghiệm thu sản phẩm, thực hiện hợp đồng...

### 1.4. Quá trình sản xuất

Quá trình sản xuất là quá trình tác động trực tiếp của con người qua công cụ sản xuất (dụng cụ, thiết bị...) nhằm biến đổi tài nguyên thiên nhiên, bán thành phẩm thành sản phẩm cụ thể đáp ứng yêu cầu của xã hội. Quá trình sản xuất được thực hiện trên cơ sở bản vẽ thiết kế. Hình 1.1 giới thiệu sơ đồ của quá trình sản xuất cơ khí.

Giai đoạn của quá trình sản xuất tương ứng với một công đoạn, một phân xưởng, một bộ phận... làm những nhiệm vụ chuyên môn khác nhau: chuẩn bị công cụ, tổ chức sản xuất, bố trí chỗ làm việc, mua sắm, bảo quản nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu, chuẩn bị phôi, gia công cơ khí, nhiệt luyện, hóa nhiệt luyện, kiểm tra, lắp ráp, sơn, tráng, phủ, bao bì, đóng gói... Quá trình sản xuất được chia ra thành các công đoạn nhỏ, theo quy trình công nghệ (QTCN).

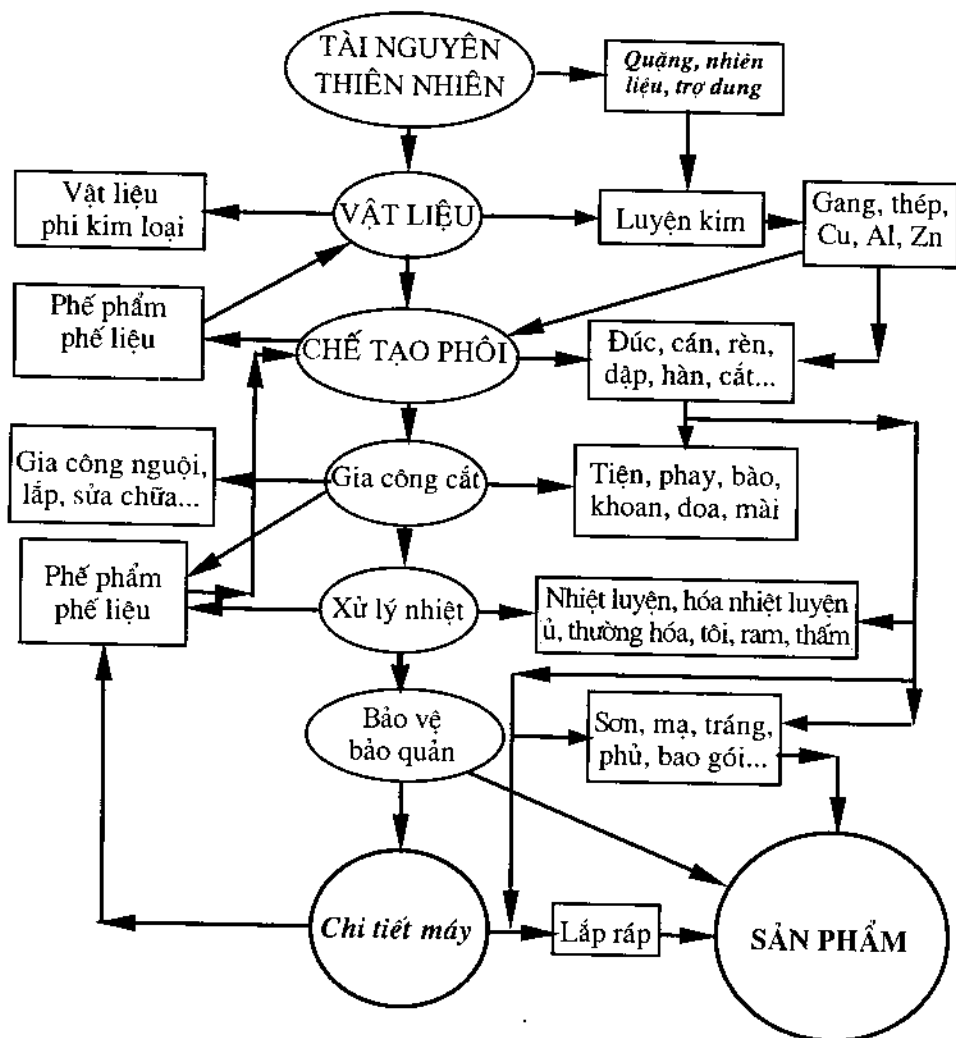
### 1.5. Quá trình công nghệ (quy trình công nghệ - QTCN)

*Quy trình công nghệ* là một phần của quá trình sản xuất trực tiếp làm thay đổi trạng thái của đối tượng sản xuất theo một thứ tự chặt chẽ, bằng một công nghệ nhất định. Thành phần của quy trình công nghệ bao gồm:

#### 1.5.1. Nguyên công

*Nguyên công* là một phần của QTCN do một (hoặc một nhóm) công nhân thực hiện liên tục tại một chỗ làm việc để gia công một chi

tiết (hoặc một nhóm chi tiết cùng gia công một lần).



Hình 1.1. Sơ đồ quá trình sản xuất cơ khí

- **Tính cố định:** mỗi nguyên công có một vị trí làm việc không đổi, sản phẩm chuyển sang chỗ làm việc khác là chuyển sang nguyên công khác (cho dù công việc gia công có giống nhau).

- **Tính liên tục:** công việc được thực hiện liên tục trong nguyên công, nếu có sự gián đoạn trong công việc thực hiện là đã chuyển sang nguyên công khác.

**Nguyên công** là đơn vị cơ bản, chủ yếu của QTCN ảnh hưởng



đến tính chính xác, năng suất của quá trình sản xuất, là *đơn vị cơ sở để tính chi phí sản xuất và giá thành sản phẩm*.

*1.5.2. Bước* là một phần của nguyên công, trực tiếp thay đổi trạng thái kỹ thuật sản phẩm bằng một hay một nhóm dụng cụ với chế độ làm việc không đổi (đổi dụng cụ, chuyển bề mặt, đổi chế độ, chuyển sang một *bước mới*).

*1.5.3. Động tác* là một phần của bước hoặc nguyên công. Tập hợp các hoạt động, thao tác của công nhân để thực hiện nhiệm vụ của bước (nguyên công).

*Động tác* là yếu tố cơ bản để định mức thời gian và năng suất.

## **2. Dạng sản xuất**

### **2.1. Sản xuất đơn chiếc**

*Sản xuất đơn chiếc* là dạng sản xuất mà dạng sản phẩm của nó có sản lượng nhỏ, ít lặp lại, không theo một quy luật nào. Chúng loại mặt hàng của nó rất đa dạng, số lượng rất ít, sử dụng dụng cụ và thiết bị vạn năng, bố trí theo nhóm. Nó đòi hỏi trình độ tay nghề, bậc thợ cao. Dạng sản xuất này khó cơ khí hóa, tự động hóa, năng suất thấp; khó thống nhất hóa, khó tiêu chuẩn hóa, vì vậy thường dùng trong sửa chữa, thay thế.

### **2.2. Sản xuất hàng loạt**

*Sản xuất hàng loạt* là dạng sản xuất mà dạng sản phẩm của nó có sản lượng theo lô (loạt) được lặp đi lặp lại sau một khoảng thời gian nhất định, số lượng nhiều (vài trăm đến hàng ngàn).

Theo khối lượng, kích thước, mức độ phức tạp và số lượng mà phân ra *dạng sản xuất hàng loạt nhỏ, sản xuất hàng loạt vừa, sản xuất hàng loạt lớn*. ở dạng sản xuất này, trang thiết bị, dụng cụ sử dụng chuyên môn hóa có kèm theo vạn năng hẹp; việc tự động hóa cũng thuận lợi, dễ dàng hơn.

QTCN trong sản xuất hàng loạt chia thành các nguyên công riêng biệt. Mỗi máy (chỗ làm việc) chỉ thực hiện một số ít các nguyên công nhất định. Loạt lớn thực hiện dưới 5 nguyên công/chỗ làm việc; loạt vừa, 6 ÷ 10 nguyên công/chỗ làm việc, loạt nhỏ *trên 10* nguyên

công/chỗ làm việc.

### 2.3. Sản xuất hàng khối

Ở dạng sản xuất hàng khối sản phẩm được sản xuất *liên tục* trong một thời gian dài với số lượng rất lớn (mặt hàng ổn định, ít thay đổi). Xí nghiệp sản xuất hàng khối thường phân chia thành nhiều nguyên công nhỏ và thực hiện ổn định tại từng địa điểm. ở dạng sản xuất này, trang thiết bị, dụng cụ được *chuyên dùng*, dễ cơ khí hóa, tự động hóa. Điển hình của dạng sản xuất hàng khối là sản phẩm của xí nghiệp đồng hồ, văn phòng phẩm, ô tô, xe máy, xe đạp, bulông, ốc vít...

## 3. Khái niệm về chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật

### 3.1. Chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật

*Chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật* là những tiêu chí đề ra nhằm tăng năng suất lao động, tiết kiệm thời gian, vật tư; sử dụng trang thiết bị hợp lý nhằm đảm bảo chất lượng và hạ giá thành sản phẩm. Chỉ tiêu này còn đánh giá trình độ sử dụng trang thiết bị, thời gian, vật tư, áp dụng các biện pháp lao động tiên tiến...

Chỉ tiêu kinh tế kỹ - thuật bao gồm các chỉ tiêu về thời gian, năng suất, tiêu hao nguyên vật liệu, khấu hao trang thiết bị, dụng cụ và chỉ tiêu về giá thành sản phẩm.

### 3.2. Thời gian gia công $T$

*Thời gian gia công  $T$*  (tính bằng giây - s, phút - ph hay giờ - h) là thời gian cần thiết để hoàn thành việc gia công một loạt  $n$  chi tiết:

$$T = T_{cbkt} + T_c \cdot n$$

Trong đó:

$T_{cbkt}$  - thời gian chuẩn bị kết thúc;

$T_c$  - thời gian gia công từng chiếc cho mỗi nguyên công:

$$T_c = T_o + T_p + T_{pv} + T_n$$

Trong đó:

$T_o$  hoặc  $T_m$  - thời gian cơ bản;

$T_p$  - thời gian phụ;

$T_{pv}$  - thời gian phục vụ;

$T_n$  - thời gian nghỉ ngơi tự nhiên của công nhân.

$n$  - số lượng chi tiết gia công trong loạt.

### 3.3. Năng suất lao động $N_c$

Đây là chỉ tiêu về năng suất quy ra bằng số lượng sản phẩm sản xuất ra (chiếc) hay khối lượng sản phẩm (kg, tấn) trong một đơn vị thời gian (ngày, giờ, tháng...):

$$N_c = \frac{1}{T_c}$$

Năng suất lao động  $N_c$  phụ thuộc vào trình độ tổ chức và quản lý sản xuất, quy trình công nghệ tiên tiến và hợp lý; vào mức độ cơ khí hóa và tự động hóa, trang thiết bị và công cụ lao động tiên tiến, trình độ tay nghề và hiểu biết của công nhân.

### 3.4. Giá thành sản phẩm

Giá thành sản phẩm là năng suất lao động và tổng chi phí cho đơn vị sản phẩm.

Giá thành sản phẩm bao gồm giá thành vật tư, nguyên vật liệu, chi phí lương, thưởng, khấu hao trang thiết bị, nhà xưởng, dụng cụ, công cụ lao động và những chi phí khác (các loại thuế, đất đai, nhà xưởng, quản lý phí, bảo hiểm, an toàn...).

Vậy muốn có giá thành sản phẩm hạ thì năng suất lao động phải cao, nhưng lại phải tiết kiệm được nguyên vật liệu, vật tư thiết bị, dụng cụ; tiết kiệm được sức lao động trực tiếp và gián tiếp; sử dụng thành thạo những thành tựu khoa học kỹ thuật mới và tổ chức và quản lý tốt...

### 3.5. Biện pháp tăng năng suất lao động và hạ giá thành sản phẩm

#### 3.5.1. Biện pháp cơ bản

- Tăng mức độ cơ khí hóa và tự động hóa quy trình công nghệ, sử dụng máy tự động, máy điều khiển theo chương trình, đường dây tự động;

- Thiết kế kết cấu và chế tạo máy, thiết bị ngày càng hoàn thiện hơn;

- Tăng chế độ gia công một cách hợp lý bằng cách cải tiến các kết cấu máy và đồ gá cho đủ độ cứng vững, chọn kết cấu dụng cụ hiện đại, hợp lý, sử dụng cụ khuôn cối bằng kim cương, hợp kim cứng (để có độ cứng, độ bền và độ chịu nhiệt cao).

- Giảm thời gian cơ bản;

- Giảm thời gian phụ (hoàn thiện đồ gá và các phương pháp kiểm tra);

- Chế tạo phôi bằng các phương pháp tiên tiến, hiện đại như đúc chính xác, cán hình, dập thể tích, ép, lăn...

- Hoàn thiện quy trình công nghệ, ứng dụng các quy trình công nghệ tiên tiến.

### *3.5.2. Biện pháp để giảm thời gian cơ bản*

Khi gia công, trong sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ, thời gian máy có thể chiếm 40 ÷ 50% toàn bộ thời gian cần thiết (gọi là thời gian cho từng chiếc) còn trong sản xuất hàng loạt và hàng khối tỷ số phần trăm thời gian máy tăng lên rõ rệt.

Những biện pháp để giảm thời gian cơ bản là:

**- Tạo kết cấu công nghệ hợp lý cho chi tiết**

+ Hình dạng chi tiết được tạo thành từ các bề mặt đơn giản nhất (mặt phẳng, mặt trụ, mặt côn, mặt định hình đơn giản...).

+ Chi tiết đủ độ cứng vững, tránh biến dạng làm giảm chế độ cắt khi gia công.

+ Các mặt chuẩn, mặt tỳ, mặt định vị phải có đủ độ dài và độ lớn để cho phép gá đặt nhanh và chính xác.

+ Các mặt gia công phải hở, có đủ độ thoát dụng cụ và đưa dụng cụ vào.

+ Đảm bảo nguyên tắc thống nhất khi chọn chuẩn (chuẩn thiết kế, chuẩn công nghệ, chuẩn đo lường), chọn vật liệu và phương pháp chế tạo phôi hợp lý, có khả năng tạo thành cụm máy là những đơn vị lắp ráp riêng biệt không phụ thuộc lẫn nhau.

- **Chọn phương pháp gia công hợp lý** để tăng số lượng chi tiết đồng thời gia công, tăng số dụng cụ đồng thời làm việc, giảm chiều dài hành trình làm việc do bố trí phôi hợp lý, giảm các khoảng chạy không đến giá trị nhỏ nhất hợp lý và chọn phương án gia công tối ưu trong điều kiện đã cho...

- **Sử dụng các kiểu máy, dụng cụ và chế độ gia công hợp lý**

Để giảm thời gian cơ bản, trong từng điều kiện gia công cụ thể phải chọn kiểu máy, dụng cụ thích hợp và phương pháp gia công, chế độ hợp lý, có cơ cấu chống rung giảm chấn, chống va đập khi gia công.

- **Tự động hóa** những nguyên công có thể thực hiện được bằng nhiều phương pháp. áp dụng các cơ cấu tự động cấp phôi, kẹp chặt. Sử dụng các chu kỳ gia công tự động và bán tự động. Gia công các nhóm chi tiết bằng phương pháp điều chỉnh nhóm hoặc thay thế nhanh. Sử dụng các loại máy điều khiển theo chương trình. Sử dụng các tín hiệu tự động ngừng làm việc trong trường hợp có sự cố.

- **Chọn phôi hợp lý**, lượng dư tổng cộng và các lượng dư trung gian hợp lý, sử dụng các phương pháp chế tạo phôi tiên tiến (đúc dưới áp lực, các phương pháp dập thể tích, dập tấm...) để hình dạng của phôi gần giống hình dạng chi tiết, giảm lượng dư tổng cộng và các lượng dư trung gian.

### *3.5.3. Biện pháp để giảm thời gian phụ*

Thời gian phụ bao gồm thời gian sử dụng cho việc gá đặt, lấy dấu, hiệu chuẩn, kẹp phôi, tháo chi tiết đã gia công xong; thời gian đưa dụng cụ đến vị trí bắt đầu làm việc và trở về vị trí xuất phát ban đầu; thời gian vượt quá những đoạn chạy không; thời gian thay đổi dụng cụ, đo kiểm chi tiết và điều khiển máy; thời gian vận chuyển dụng cụ, thiết bị, phôi và sản phẩm ...

Sử dụng đồ gá chuyên dùng định vị, gá lắp đơn giản, nhanh, hiệu quả kinh tế cao (đồ gá thủy lực, khí nén, điện từ...).

Biện pháp giảm thời gian điều khiển là sử dụng hành trình nhanh, chạy không của bàn máy, tự động hóa việc gia công ở các chu kỳ khác nhau, áp dụng phương pháp đóng mở tự động cũ hành trình,

chương trình gia công...

Thời gian phụ có thể giảm bằng cách đơn giản và hoàn thiện việc tháo lắp dụng cụ, sử dụng cơ cấu kẹp nhanh, cơ khí hóa việc kẹp dụng cụ, kẹp phôi.

Để giảm thời gian phụ cần gá đặt dụng cụ, phôi một cách chính xác, đo kiểm chi tiết trong quá trình gia công và sau khi đã kết thúc quá trình gia công chi tiết có thể dùng các cữ, dưỡng, dụng cụ đo được hiệu chỉnh trước hoặc dụng cụ đo chuyên dùng.

Để thời gian phụ trùng với thời gian gia công có thể dùng phương pháp gia công đồng thời nhiều nguyên công, phối hợp với các loại bàn quay, các cơ cấu tự động...

PHẦN THỨ NHẤT

# CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO PHÔI ĐÚC

## *Chương 1: KHÁI NIỆM CHUNG*

### **1.1. Thực chất, đặc điểm và phân loại vật đúc**

#### *1.1.1. Thực chất*

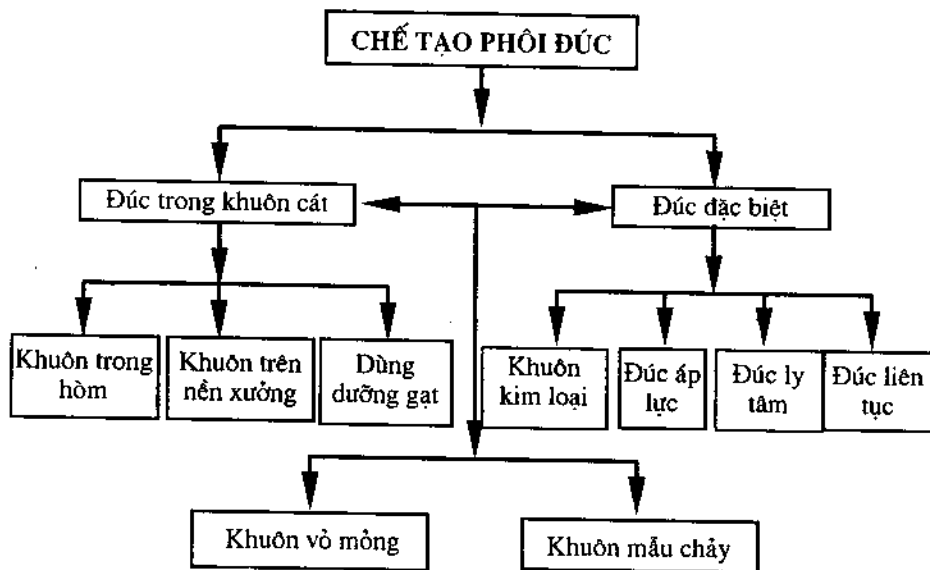
Đúc là phương pháp chế tạo phôi bằng cách điền đầy kim loại lỏng vào lòng khuôn đúc, sau khi hợp kim đông đặc thì thu được sản phẩm có hình dạng kích thước yêu cầu. Sản phẩm của quá trình đúc được gọi là *vật đúc*. Vật đúc được đem dùng ngay gọi là *chi tiết đúc* (ví dụ: quả tạ, bi nghiền...), vật đúc phải qua các phương pháp gia công tiếp theo gọi là *phôi đúc* hay *bán thành phẩm đúc*.

#### *1.1.2. Đặc điểm*

- Vật liệu đúc rất rộng rãi (vật liệu nấu chảy được là có thể đúc được) như kim loại, hợp kim, vật liệu phi kim (cao su, chất dẻo, parafin...).
- Khối lượng, kích thước vật đúc có thể từ rất nhỏ đến rất lớn (từ vài gam đến hàng tấn, từ vài mm đến hàng chục m).
- Vật đúc có hình dáng phức tạp mà phương pháp chế tạo khác khó thực hiện hoặc không chế tạo được.
- Công nghệ đúc đơn giản, trang thiết bị không phức tạp lắm, vốn đầu tư ít, giá thành hạ. Khi sử dụng thiết bị và công nghệ cao cũng có thể tạo ra vật đúc có độ chính xác cao với năng suất cao.
- Vật đúc có nhiều khuyết tật: tổ chức dạng hạt, cơ tính không đồng đều làm giảm khả năng chịu lực; đúc trong khuôn cát có độ nhẵn và độ chính xác thấp, dễ rỗ khí, rỗ xỉ, lẫn tạp chất, nứt, lượng dư gia công lớn, tổn vật liệu...

Sản xuất đúc có từ rất lâu, ngày càng hoàn thiện hơn để tạo ra vật đúc với hình dáng phức tạp, khối lượng và kích thước lớn, độ chính xác cao. Sản phẩm đúc được dùng nhiều trong các ngành công nghiệp

và dân dụng (chi tiết chịu nén, tải trọng tĩnh, tải trọng phức tạp, khối lượng lớn bằng gang, thép...).



Hình 1.1. Sơ đồ quá trình sản xuất đúc

### 1.1.3. Phân loại phương pháp đúc

Phương pháp phân loại vật đúc cho trên hình 1.1; đặc trưng, ứng dụng của phương pháp đúc cho trong bảng 1.1.

#### a. Theo loại khuôn

- Khuôn một lần: khuôn cát, khuôn vỏ mỏng, khuôn mẫu chảy...
- Khuôn bán vĩnh cửu: khuôn đất sét.
- Khuôn vĩnh cửu: khuôn kim loại.

b. Theo vật liệu làm khuôn: khuôn cát, khuôn đất sét, khuôn kim loại.

c. Theo phương pháp diễn dầy hợp kim lỏng: đúc áp lực, đúc ly tâm...

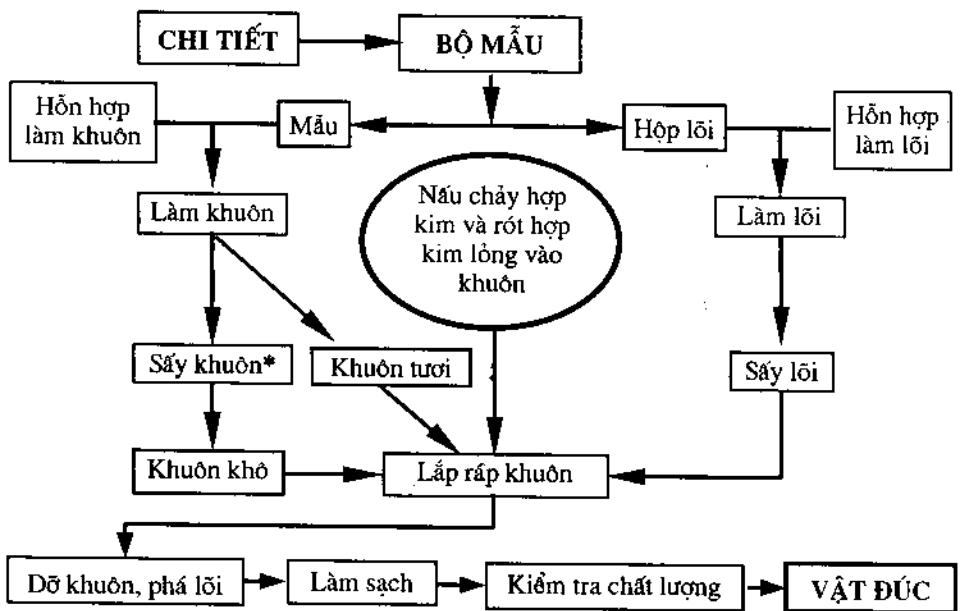
## 1.2. Đúc trong khuôn cát

### 1.2.1. Khái niệm

Khuôn cát được chế tạo bằng hỗn hợp có thành phần chủ yếu là cát. Khuôn cát để tạo hình vật đúc (loại nhỏ, lớn, đơn giản, phức tạp),



dùng một lần, năng suất thấp, độ chính xác và độ nhẵn bề mặt thấp, lượng dư gia công lớn, tốn nhiều kim loại. Khuôn cát thường dùng trong sản xuất đơn chiếc, hàng loạt nhỏ, vốn đầu tư ít, công nghệ đúc đơn giản. Hình 1.2 giới thiệu sơ đồ quá trình sản xuất một vật đúc trong khuôn cát.



\* **Chú ý:** Chỉ sấy khuôn trong những trường hợp đặc biệt, yêu cầu chất lượng cao vì sấy sẽ làm thời gian kéo dài, giá thành sản phẩm cao.

Hình 1.2. Quá trình sản xuất đúc trong khuôn cát

### 1.2.2. Các bộ phận cơ bản của khuôn đúc bằng cát

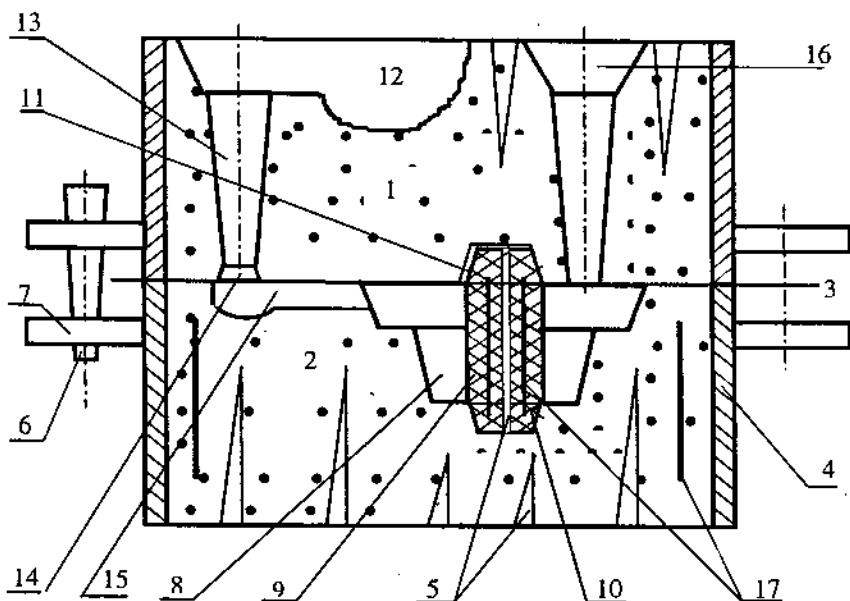
Bộ phận cơ bản của một bộ khuôn đúc bằng cát (hình 1.3) gồm khuôn trên 1, khuôn dưới 2, được phân cách bởi mặt phân khuôn 3. Hòm khuôn 4 bằng gỗ hoặc kim loại, bên trong là hỗn hợp (có các lỗ hoặc rãnh thoát khí 5).

Hai hòm khuôn được lắp với nhau bởi chốt định vị 6 qua tai hòm khuôn 7. Lòng khuôn 8 tạo hình dáng bên ngoài, lõi tạo thành hình dáng bên trong (lỗ) vật đúc. Lõi gồm thân lõi 9, các gối lõi 10, khe hở gối lõi 11. Hệ thống rót để dẫn kim loại lỏng vào lòng khuôn, gồm cốc rót 12, ống rót 13, rãnh lọc xỉ 14, rãnh dẫn 15, đầu ngót hoặc đầu hơi 16. Xương khuôn, xương lõi 17 để tăng thêm độ bền cho

khuôn và lõi. Hình 1.4 giới thiệu 1 vật đúc sau khi dỡ khuôn, phá lõi.

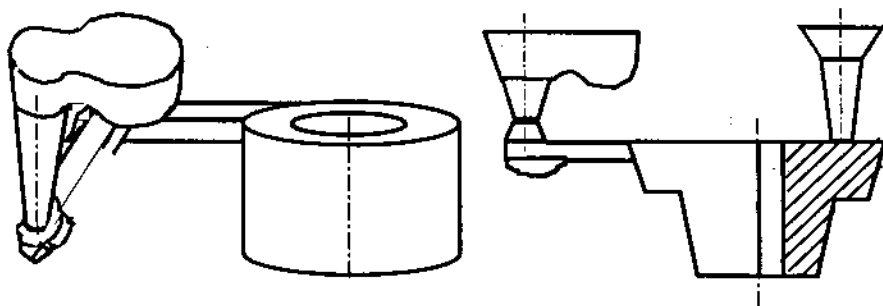
**Bảng 1.1. Đặc trưng của các phương pháp đúc và ứng dụng**

<b>ĐÚC TRONG KHUÔN CÁT</b>			
<i>Phương pháp làm khuôn</i>	<i>Đặc trưng phân loại</i>	<i>Dạng sản xuất, đặc tính vật đúc</i>	<i>Lĩnh vực sử dụng</i>
Làm khuôn bằng tay	Mẫu gỗ	Sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ, hình dạng bất kỳ	Dạng thường, chất lượng thường
	Mẫu kim loại	Sản xuất loạt, vật đúc nhỏ, trung bình, dạng đơn giản	Độ chính xác cao, mẫu sử dụng lâu
	Trong hòm khuôn	Vật nhỏ, trung bình, hình dạng tùy ý	Nhiều hòm khuôn, tiết kiệm nền xưởng, sấy khuôn
	Trên nền xưởng	Sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ, vật đúc lớn, hình dạng bất kỳ	Thiếu hòm khuôn Khuôn tươi Đúc các hợp kim
Làm khuôn bằng máy	Máy ép, máy dẫn	Sản xuất loạt trung bình, vật đúc nhỏ, đơn giản	Năng suất cao Hòm khuôn $\leq 200$
	Máy thổi, máy bắn cát	Loạt nhỏ, trung bình, vật đúc lớn, hình dạng bất kỳ	Kích thước lớn, hòm khuôn lớn
<b>ĐÚC ĐẶC BIỆT</b>			
Đúc ly tâm	Đứng, khuôn kim loại; Nằm, khuôn cát, kim loại, công xôn	Sản xuất loạt, vật tròn xoay, rỗng Sản xuất loạt nhỏ, trung bình, vật đúc dạng bất kỳ	Hợp kim, đường kính lớn, chiều cao thấp, độ chính xác cao, sử dụng lâu
	Nằm, khuôn kim loại hai nửa	Vật nhỏ, trung bình, hình dạng tùy ý. Sản xuất loạt, vật đúc rỗng tròn xoay, mặt ngoài tùy ý	Hợp kim, vật đúc không lớn. Các loại ống, đường kính nhỏ chiều dài lớn
Đúc áp lực	Khuôn kim loại	Sản xuất loạt, vật đúc nhỏ, trung bình	Hợp kim màu, chất lượng vật đúc cao, lượng dư nhỏ
Đúc chính xác	Khuôn vỏ mỏng, mẫu kim loại	Sản xuất loạt, vật đúc nhỏ, trung bình	Hợp kim quý hiếm, chất lượng vật đúc cao, lượng dư nhỏ
	Mẫu chảy, khuôn cát không có mặt phân khuôn	Sản xuất loạt vừa, vật đúc trung bình, hình dạng phức tạp	Hợp kim quý hiếm, vật đúc chính xác cao, không gia công cơ, lượng dư nhỏ



**Hình 1.3.** Các bộ phận cơ bản của khuôn đúc bằng cát

1. Khuôn trên; 2. Khuôn dưới; 3. Mặt phân khuôn; 4. Hòm khuôn; 5. Rãnh thoát khí; 6. Chốt định vị; 7. Tai hòm khuôn; 8. Lòng khuôn; 9. Thân lõi; 10. Gối lõi; 11. Khe hở gối lõi; 12. Cốc rót (hoặc phễu rót); 13. Ống rót; 14. Rãnh lọc xỉ; 15. Rãnh dẫn; 16. Đậu ngót (hoặc đậu hơi); 17. Xương khuôn, xương lõi.



**Hình 1.4.** Vật đúc

### 1.3. Sự kết tinh của kim loại

#### 1.3.1. Những yếu tố ảnh hưởng đến sự kết tinh của kim loại và hợp kim

a. Tính chất lý nhiệt của kim loại và hợp kim: nhiệt độ chảy (đông đặc), nhiệt độ rót, độ quá nhiệt...

b. *Tính chất lý nhiệt của khuôn*: vật liệu làm khuôn (cát, đất sét, gang, thép, đồng...), khuôn khô hoặc tươi, nhiệt độ của khuôn khi rót, phương pháp làm nguội...

c. *Công nghệ đúc*: phương pháp làm khuôn (bằng tay, bằng máy, đúc đặc biệt...), phương pháp rót (trực tiếp, xiphông, rung, đúc ly tâm, áp lực...).

### 1.3.2. Sự hình thành vật đúc trong khuôn (qua 4 giai đoạn)

a. *Điền đầy hợp kim lỏng*: yêu cầu điền đầy nhanh, liên tục để không làm giảm nhiệt độ của hợp kim lỏng.

b. *Hạ nhiệt độ* từ nhiệt độ rót đến nhiệt độ kết tinh, hợp kim lỏng xuất hiện phần tử rắn (trung tâm kết tinh - tâm mầm) lớn dần lên và xuất hiện các trung tâm kết tinh khác, đến khi tạo lớp kim loại rắn. Vùng kết tinh theo hướng tản nhiệt vuông góc với thành khuôn (hình 1.6). Đáy và thành bên đông đặc trước (do truyền nhiệt với tốc độ khác nhau).

#### c. *Kết tinh và đông đặc*

Khoảng nhiệt độ kết tinh được tính từ điểm lỏng (từ đường lỏng trở xuống) đến điểm đặc (từ đường đặc trở lên). Hướng tản nhiệt từ dưới lên, từ ngoài vào tâm. Sự đông đặc (theo lớp hay thể tích) ảnh hưởng trực tiếp đến tổ chức của vật đúc.

- **Đông đặc theo lớp** xảy ra với các kim loại nguyên chất, hợp kim cùng tinh hoặc hợp kim có khoảng nhiệt độ kết tinh hẹp. Đồ thị hình 1.5a là đường cong biểu diễn trường nhiệt độ tăng dần từ hai phía thành khuôn (đỉnh cao nhất ở tâm). Tốc độ truyền nhiệt của hợp kim lỏng giảm dần từ ngoài vào. Hạ nhiệt độ đến nhiệt độ kết tinh, hình thành từng lớp tinh thể. Tại thời điểm  $t_1$  đường cong 1 cắt đường biểu diễn nhiệt độ kết tinh ( $T_{\text{kết tinh}}$ ) tại  $a_1$  xuất hiện lớp kim loại rắn (đông đặc) chiều dày  $S_1$ ; hạ nhiệt độ đến  $t_2$ , đường cong 2 cắt đường biểu diễn nhiệt độ kết tinh ( $T_{\text{kết tinh}}$ ) tại  $a_2$  ta có lớp kim loại đông đặc chiều dày  $S_2$ . Hạ nhiệt độ đến thời điểm đường biểu diễn trường nhiệt độ nằm ngang ( $T \leq T_{\text{kết tinh}}$ ) vật đúc đông đặc hoàn toàn.

- **Đông đặc theo thể tích** xảy ra khi hợp kim có khoảng nhiệt độ kết tinh lớn (2 pha lỏng và đặc của đường biểu diễn hình 1.5b). Tại