

GS.TS. TRẦN VĂN ĐỊCH

# Thiết kế đồ án CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

*(Giáo trình cho sinh viên cơ khí)*

In lần thứ bảy có sửa chữa bổ sung

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

HÀ NỘI - 2007

## LỜI NÓI ĐẦU

Đồ án môn học công nghệ chế tạo máy là một đồ án chuyên ngành chính của sinh viên ngành công nghệ chế tạo máy, đồng thời đồ án này cũng chính là một đồ án bắt buộc đối với một số ngành như: Ô tô, Động cơ đốt trong, Máy chính xác, Cơ tin kỹ thuật, v.v... Đồ án môn học Công nghệ Chế tạo máy hướng dẫn sinh viên giải quyết một vấn đề tổng hợp về công nghệ chế tạo máy sau khi nghiên cứu các giáo trình cơ bản của ngành chế tạo máy.

Khi thiết kế đồ án môn học công nghệ chế tạo máy sinh viên sẽ làm quen với cách sử dụng tài liệu, sổ tay, tiêu chuẩn và có khả năng kết hợp, so sánh những kiến thức lý thuyết với thực tế sản xuất.

Mặt khác khi thiết kế đồ án, sinh viên phải phát huy tối đa tính độc lập sáng tạo để giải quyết một vấn đề công nghệ cụ thể. Để hoàn thành nhiệm vụ đó, sinh viên phải nghiên cứu những giáo trình như công nghệ chế tạo máy, máy cắt, nguyên lý cắt kim loại, đồ gá và các giáo trình có liên quan của chuyên ngành chế tạo máy.

Tài liệu này được biên soạn dựa trên cơ sở của tài liệu đã được xuất bản năm 1987 có sửa chữa, bổ sung thêm một số phần để tạo điều kiện cho sinh viên sử dụng thuận lợi hơn, giảm được thời gian đi tìm tài liệu khác. Ngoài ra, tài liệu này không chỉ được dùng để thiết kế đồ án môn học mà còn làm tài liệu tham khảo khi thiết kế **đồ án tốt nghiệp**.

Khi soạn thảo tài liệu này chúng tôi đã kết hợp những kinh nghiệm hướng dẫn đồ án công nghệ của Bộ môn Công nghệ chế tạo máy trong nhiều năm qua với những tài liệu của nước ngoài (Nga, Pháp, Đức, Nhật, Hàn Quốc và Mỹ) được xuất bản gần đây có chú ý đến tính đặc thù của ngành cơ khí Việt Nam.

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn PGS Đặng Vũ Giao, PGS.TS Trần Xuân Việt đã góp nhiều ý kiến quý báu cho việc hoàn thành tài liệu này.

Để lần xuất bản sau tài liệu được hoàn chỉnh hơn, chúng tôi xin chân trọng cảm ơn những ý kiến đóng góp của bạn đọc và đồng nghiệp.

Các ý kiến đóng góp xin gửi về Bộ môn Công nghệ chế tạo máy, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội hoặc Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

**Tác giả**

## Chương 1

# NỘI DUNG VÀ TRÌNH TỰ THIẾT KẾ ĐỒ ÁN MÔN HỌC CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

### 1.1. Nội dung đồ án môn học Công nghệ chế tạo máy

Đồ án môn học công nghệ chế tạo máy bao gồm hai phần:

- Thiết kế quy trình công nghệ gia công một chi tiết nào đó (chi tiết dạng càng, dạng bạc, dạng hộp, dạng trục, bánh răng).
- Thiết kế một đồ gá (thường là đồ gá phay, đồ gá khoan, đồ gá doa, đồ gá tiện, đồ gá mài, đồ gá chuốt).

Như vậy đồ án môn học công nghệ chế tạo máy bao gồm cả phần tính toán và các bản vẽ.

#### 1.1.1. Khối lượng tính toán

Khối lượng tính toán được viết thành một quyển thuyết minh theo một trình tự và nội dung từng phần sẽ được trình bày cụ thể sau.

#### 1.1.2. Khối lượng bản vẽ

Đồ án được trình bày trong 3 bản vẽ theo đúng yêu cầu kỹ thuật:

- 1 bản vẽ chi tiết lồng phôi (khổ giấy A<sub>1</sub> hoặc A<sub>0</sub>).
- 1 bản vẽ sơ đồ nguyên công gồm 6, 8, 9 nguyên công (khổ giấy A<sub>0</sub>).
- 1 bản vẽ đồ gá với đầy đủ 3 hình chiếu theo tỷ lệ quy định (khổ giấy A<sub>0</sub> hoặc A<sub>1</sub>).

Khối lượng tính toán thiết kế của đồ gá phụ thuộc vào chương trình đào tạo các môn học công nghệ chế tạo máy và môn đồ gá cho từng ngành chuyên môn.

Sinh viên ngành công nghệ chế tạo máy phải hoàn thành tất cả các phần được trình bày dưới đây.

Sinh viên các chuyên ngành khác và sinh viên hệ cao đẳng kỹ thuật có thể không phải làm một số phần.

### 1.2. Trình tự thiết kế đồ án môn học công nghệ chế tạo máy

Quy trình thiết kế đồ án môn học công nghệ chế tạo máy được tiến hành theo nội dung và trình tự sau đây:

1. Phân tích chức năng làm việc của chi tiết.
  2. Phân tích tính công nghệ trong kết cấu của chi tiết.
  3. Xác định dạng sản xuất.
  4. Chọn phương pháp chế tạo phôi.
  5. Lập thứ tự các nguyên công, các bước (vẽ sơ đồ gá đặt, ký hiệu định vị, kẹp chặt, chọn máy, chọn dao, vẽ ký hiệu chiều chuyển động của dao, của chi tiết).
  6. Tính lượng dư cho một bề mặt nào đó (mặt tròn trong, mặt tròn ngoài hoặc mặt phẳng) còn tất cả các mặt gia công khác của chi tiết thì tra theo *Sổ tay công nghệ chế tạo máy* [7].
  7. Tính chế độ cắt cho một nguyên công nào đó (thường là nguyên công phải sử dụng đồ gá) còn tất cả các nguyên công khác thì tra theo *Sổ tay công nghệ chế tạo máy* [7]. Khi thiết kế tốt nghiệp thì phải tính chế độ cắt cho tất cả những nguyên công cần sử dụng đồ gá.
  8. Tính thời gian gia công cơ bản cho tất cả các nguyên công. Khi thiết kế tốt nghiệp cần xác định thời gian gia công từng chiếc cho tất cả các nguyên công. Số liệu này là cơ sở để xác định các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của quy trình công nghệ.
  9. Thiết kế một đồ gá gia công hoặc đồ gá kiểm tra theo chỉ định của giáo viên hướng dẫn. Phần thiết kế đồ gá bao gồm các bước sau đây:
    - Xác định cơ cấu định vị phôi.
    - Tính lực kẹp cần thiết.Dựa vào sơ đồ định vị và lực kẹp để chọn cơ cấu định vị, cơ cấu kẹp chặt, thiết kế các cơ cấu khác của đồ gá (cơ cấu dẫn hướng, cơ cấu so dao, cơ cấu phân độ, cơ cấu xác định vị trí của đồ gá trên máy).
    - Tính sai số chế tạo cho phép của đồ gá [ $\epsilon_{ct}$ ].
    - Đặt yêu cầu kỹ thuật của đồ gá.
    - Lập bảng kê khai chi tiết đồ gá (tên gọi chi tiết, số lượng chi tiết và vật liệu sử dụng).
  10. Viết thuyết minh khoảng 30 ÷ 50 trang theo nội dung những phần đã tính toán thiết kế.
  11. Xây dựng các bản vẽ (một bản vẽ chi tiết lồng phôi, một bản vẽ sơ đồ nguyên công và một bản vẽ đồ gá, xem mục 1.1.2. *Khối lượng bản vẽ*).
- Các bước hướng dẫn trên đây là cần thiết, nhưng khi thực hiện có thể thay đổi trình tự của một số bước mà không ảnh hưởng đến nội dung của đồ án.

## Chương 2

### PHÂN TÍCH CHI TIẾT GIA CÔNG VÀ XÁC ĐỊNH DẠNG SẢN XUẤT

#### 2.1. Phân tích chức năng và điều kiện làm việc của chi tiết

Dựa vào bản vẽ chi tiết được giao, sinh viên phải nghiên cứu tỉ mỉ kết cấu, chức năng và điều kiện làm việc của chi tiết, cụ thể là phải xác định được chi tiết làm việc ở bộ phận nào của máy, những bề mặt nào của chi tiết là những bề mặt làm việc chủ yếu, những kích thước nào là quan trọng.

Cá biệt trong trường hợp không rõ chức năng làm việc của chi tiết thì phải phân tích theo kiến thức đã học ở các môn *chi tiết máy, máy cắt, động cơ đốt trong, máy dệt, máy hoá, máy nâng chuyển, máy bơm, ô tô, v.v...* để xác định chức năng, nhiệm vụ của chi tiết và có thể xếp chi tiết đó vào các dạng chi tiết cơ bản đã được học trong giáo trình *công nghệ chế tạo máy*: chi tiết dạng trục, chi tiết dạng bạc, chi tiết dạng càng, chi tiết dạng hộp, chi tiết bánh răng. Từ đó có thể xác định được những điều kiện kỹ thuật cơ bản của chi tiết (xem phần *Qui trình công nghệ điển hình* trong giáo trình *Công nghệ chế tạo máy*). Sau khi đã phân tích chức năng và điều kiện làm việc của chi tiết cần cho biết thành phần hoá học của vật liệu được sử dụng. Ví dụ, thép 45 có thành phần hoá học như trong bảng 1.

**Bảng 1.** Thành phần hoá học của thép 45

C	S <sub>i</sub>	Mn	S	P	Ni	Cr
0,4-0,5	0,17-0,37	0,5-0,8	0,045	0,045	0,30	0,30

Công việc tiếp theo là phải nêu lên quan điểm riêng về vật liệu và nếu cảm thấy chưa hợp lý thì thay đổi bằng vật liệu khác hợp lý hơn.

#### 2.2. Phân tích tính công nghệ trong kết cấu của chi tiết

Khi thiết kế đồ án công nghệ chế tạo máy (môn học hay tốt nghiệp) cũng như trong thực tế sản xuất thì đối tượng gia công (chi tiết máy) cần được phân tích kết cấu một cách cẩn thận theo quan điểm công nghệ để tìm ra những phần tử kết cấu cũng như những yêu cầu kỹ thuật chưa hợp lý với chức năng làm việc của đối tượng gia công. Từ đó có thể đưa ra những đề nghị sửa đổi và bổ sung kết cấu nhằm nâng cao tính công nghệ, cho phép giảm khối lượng lao động, tăng hệ số sử dụng vật liệu và hạ giá thành sản phẩm.

Vi vậy, bản vẽ chi tiết phải có đủ các hình chiếu và các mặt cắt cần thiết kích thước với dung sai, độ bóng bề mặt gia công, sai số hình dáng, sai số vị trí tương quan, các yêu cầu kỹ thuật. Phần nghiên cứu tính công nghệ trong kết cấu được tiến hành theo các bước sau đây:

1. Trên cơ sở nghiên cứu điều kiện làm việc của chi tiết mà phân tích khả năng đơn giản hoá kết cấu, chẳng hạn thay bằng kết cấu hàn, kết cấu lắp ghép, đồng thời cả khả năng thay đổi vật liệu sử dụng.

2. Phân tích khả năng áp dụng phương pháp gia công tiên tiến.

3. Xác định chuỗi kích thước công nghệ và khả năng kiểm tra kích thước bằng phương pháp đo trực tiếp.

4. Xác định những bề mặt chuẩn đảm bảo đủ độ cứng vững của chi tiết khi gia công.

5. Phân tích khả năng áp dụng phương pháp chế tạo phôi tiên tiến.

6. Phân tích những bề mặt của chi tiết dễ bị biến dạng khi nhiệt luyện và xem vật liệu đã chọn đúng yêu cầu chưa?

Để giúp cho việc nghiên cứu tính công nghệ trong kết cấu được dễ dàng, sinh viên hãy dựa vào một số gợi ý sau đây đối với các loại chi tiết điển hình.

### 2.2.1. Bánh răng

Kết cấu của bánh răng phải có những đặc điểm sau đây:

- Hình dáng lỗ phải đơn giản bởi vì nếu lỗ phức tạp sẽ phải dùng các máy bán tự động hoặc máy revolve.

- Hình dáng vành ngoài của bánh răng phải đơn giản. Bánh răng có tính công nghệ cao nhất là bánh răng không có gờ.

- Nếu có gờ chỉ nên ở một phía, vì nếu gờ ở cả hai phía thì thời gian gia công sẽ tăng lên rất nhiều.

- Kết cấu của bánh răng phải tạo điều kiện gia công bằng nhiều dao cùng một lúc.

- Đối với các bánh răng nghiêng thì góc nghiêng nên dưới  $30^\circ$ .

### 2.2.2. Chi tiết dạng hộp

Khi thiết kế chi tiết dạng hộp cần chú ý các điểm sau:

- Kết cấu các bề mặt phải cho phép thoát dao một cách dễ dàng.

- Các lỗ trên hộp phải cho phép gia công đồng thời trên các máy nhiều trục chính.

- Có thể đưa dao vào để gia công các lỗ, các bề mặt một cách dễ dàng hay không?

- Trên hộp có các lỗ tịt hay không? Có khả năng thay thế chúng bằng các lỗ thông suốt không?

- Trên hộp có những bề mặt nghiêng so với đáy không? Có khả năng thay thế chúng bằng các bề mặt song song hoặc vuông góc với đáy không?

- Trên hộp có những lỗ nghiêng so với bề mặt ăn dao không và khả năng thay thế chúng.

- Chi tiết có đủ độ cứng vững hay không?

- Các bề mặt làm chuẩn có đủ diện tích và có khả năng dùng chuẩn phụ không?

- Khả năng áp dụng phương pháp chế tạo phôi tiên tiến.

### 2.2.3. Chi tiết dạng trục

Đối với trục cần chú ý các điểm sau:

- Kết cấu của trục có cho phép gia công bằng các dao tiện thường không?

- Kích thước đường kính có giảm dần từ hai phía đầu trục hay không?

- Trường hợp trên trục có các rãnh then kín, có thể thay thế chúng bằng các rãnh then hở hay không?

- Kết cấu của trục có cho phép gia công trên các máy chép hình thủy lực hay không?

- Trục có đủ độ cứng vững hay không? (Ví dụ, để đạt độ chính xác cấp 2 và 3 nếu trục có tỷ số giữa chiều dài và đường kính  $l/d = 10 \div 12$  là không cứng vững. Để đạt độ chính xác cấp 4 và 5 nếu tỷ số đó lớn hơn 15 là không đủ độ cứng vững).

- Trục có phải nhiệt luyện không và khả năng bị biến dạng khi nhiệt luyện?

- Khi gia công trục có cần lỗ tâm phụ hay không?

- Có thể thay trục bậc bằng trục trơn hay không? (Vì gia công trục trơn đơn giản hơn nhiều so với trục bậc).

Trên đây là một số gợi ý đối với ba loại chi tiết điển hình, đối với các loại chi tiết khác cũng được tiến hành tương tự. Sau khi phân tích tính công nghệ trong kết cấu tất cả những đề xuất phải được thông qua giáo viên hướng dẫn trước khi viết thuyết minh và trình bày bản vẽ. Sau đây là một số ví dụ về phân tích tính công nghệ trong kết cấu của hai loại chi tiết điển

hình: bánh răng và hộp giảm tốc.

### **a. Bánh răng**

Bánh răng trụ (hình 1) có các thông số sau đây:

Môđun  $M = 4,5 \text{ mm}$ .

Số răng  $Z = 35$ .

Hệ số dịch chỉnh  $\xi = 0$ .

Lỗ then hoa có số rãnh then  $Z = 16$ .

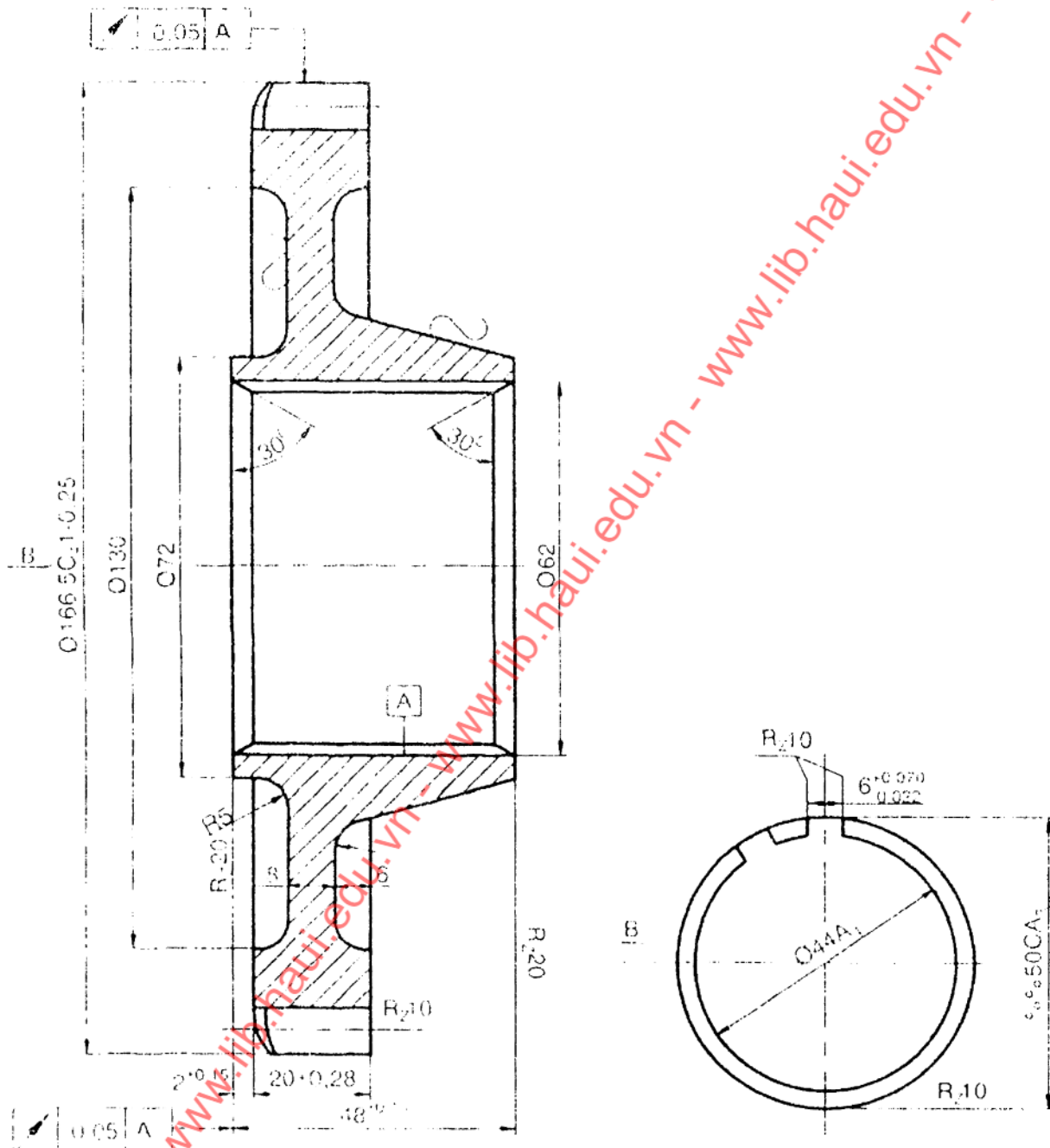
Bánh răng được thấm than với chiều sâu là 1,4 mm, độ cứng HRC 56...63, sau khi gia công bánh răng được làm cùn cạnh sắc. Bánh răng được chế tạo từ thép 20XHP qua thấm than và nhiệt luyện, vì vậy vấn đề biến dạng cần được quan tâm. Phần nối giữa vành răng và thân răng như vậy là chưa đạt yêu cầu vì khi nhiệt luyện nó có xu hướng biến dạng theo một phía. Trong trường hợp này vành răng có kích thước giảm xuống ở đầu trái. Như vậy lỗ cũng bị côn khi nhiệt luyện. Phương án hợp lý hơn là phần nằm giữa vành răng và thân bánh răng cần phải có vị trí nghiêng như đường nét đứt trên hình 1. Kết cấu như vậy sẽ giảm được biến dạng khi nhiệt luyện. Nhìn chung, tinh công nghệ của bánh răng này chưa cao vì ở phía trái gờ nhô lên 2 mm, như vậy nếu gia công nhiều chi tiết cùng một lúc (cắt răng) thì phải đặt thêm vòng đệm giữa hai chi tiết, điều đó sẽ làm tăng chiều dài cắt tức là giảm năng suất lao động. Ngoài ra, khi gia công hai bánh răng cùng một lúc thì phần dưới của bánh răng ở phía trên xuất hiện bavaria và chúng cũng cần được hút đi. Bánh răng có môđun  $M=4,5 \text{ mm}$  thường phải gia công làm hai bước: thô và tinh (bằng phương pháp lăn răng). Như vậy năng suất gia công không cao và nếu thực hiện gia công thô bằng phương pháp biến dạng dẻo thì bánh răng không đủ độ cứng vững. Tuy vậy, bánh răng này cũng có ưu điểm là lỗ có hai đầu được vá mép nên có thể dùng phương pháp chuốt để gia công lỗ then hoa một cách dễ dàng. Các mặt đầu của bánh răng có thể được gia công bằng nhiều dũa cùng một lúc, do đó không phải thay đổi gá đặt, nên có thể đạt độ chính xác cao ở các mặt đầu dùng làm chuẩn khi cắt răng.

### **b. Chi tiết hộp giảm tốc**

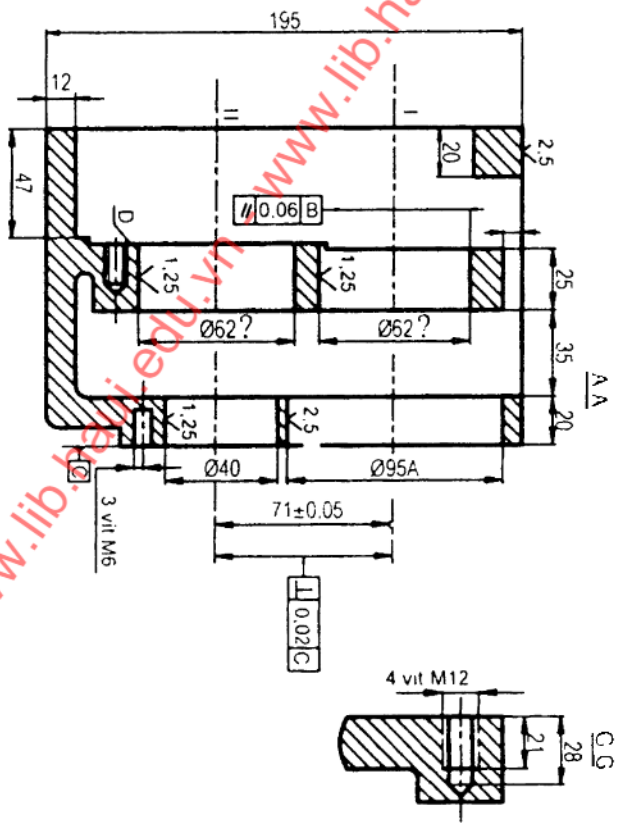
Chi tiết hộp giảm tốc (hình 2) được chế tạo bằng phương pháp đúc từ gang xám 21-40. Quá trình đúc không phức tạp, nhưng cần phải có mặt phân cách vì chi tiết có các phần nhô ra ở hai mặt bên. Cần nhấn mạnh rằng, kích thước khuôn khổ của hộp nhỏ hơn 250 mm, do đó độ dày của thành hộp chỉ nên nằm trong khoảng  $3 \div 5 \text{ mm}$ . Nhưng ở đây, chiều dài



thành hộp là 10 mm. Như vậy, nếu xét về chỉ tiêu tiết kiệm vật liệu thì chi tiết này không đạt yêu cầu. Về tính công nghệ trong kết cấu khí gia công cơ thì chi tiết có những nhược điểm sau: hình dáng và vị trí của các lỗ  $\Phi 95A$  và  $\Phi 62\Pi$  sẽ được gia công từ một phía, nhưng đối với các lỗ  $\Phi 62\Pi$  và  $\Phi 40\Pi$  lại được gia công từ một phía khác.



Hình 1. Bánh răng trụ



Hình 2. Hộp giảm tốc