

PGS . TS TRẦN VĂN ĐỊCH (chủ biên)
Th.S LƯU VĂN NHANG
Th.S NGUYỄN THANH MAI

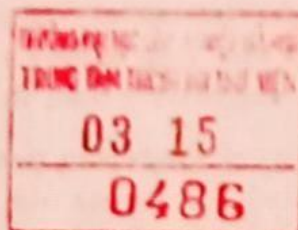
S Ồ T A Y GIA CÔNG CƠ



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT



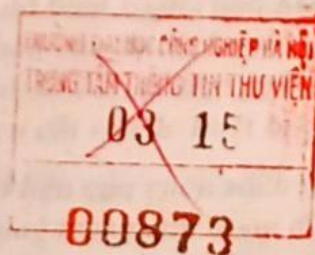
PGS.TS. TRẦN VĂN DỊCH
ThS. LƯU VĂN NHANG
ThS. NGUYỄN THANH MAI
Chủ biên: PGS.TS. TRẦN VĂN DỊCH



SỔ TAY GIA CÔNG CƠ

(Dùng cho sinh viên cơ khí thuộc các hệ đào tạo)

In lần thứ nhất



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2002

Lời nói đầu

Chế tạo máy là một ngành công nghiệp then chốt, đóng vai trò quyết định trong công cuộc công nghiệp hóa và hiện đại hóa, tạo bước đưa nền kinh tế đất nước hòa nhập vào nền kinh tế của khu vực và thế giới. Ngành chế tạo máy chế tạo ra các trang thiết bị bị cần thiết để cung cấp cho mọi lĩnh vực của nền kinh tế quốc dân. Chính vì vậy Đảng và nhà nước ta đã và đang có những quan tâm đặc biệt để phát triển ngành công nghiệp mũi nhọn này.

Phát triển ngành chế tạo máy phải dựa vào sự phát triển nguồn nhân lực và đào tạo các trang thiết bị hiện đại, trong đó đào tạo và bồi dưỡng nguồn nhân lực trình độ cao là một nhiệm vụ trọng tâm và lâu dài không chỉ của các trường đại học hiện nay.

Để đào tạo đội ngũ cán bộ có khả năng đáp ứng được nhịp độ phát triển nhanh và đòi hỏi cao của kỹ thuật hiện đại, của lý thuyết công nghệ và thực tế sản xuất, các trường đại học phải có một chương trình đào tạo tiên tiến, hệ thống trang thiết bị phục vụ hoàn hảo, tài liệu tra cứu tin cậy và đa dạng.

Với mục đích này, nhóm tác giả của Bộ môn Công nghệ chế tạo máy Khoa Cơ khí, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội đã biên soạn cuốn **SỔ TAY GIA CÔNG CƠ**. Nội dung của cuốn sách chủ yếu đề cập đến những phần cần thiết cho thiết kế các quá trình công nghệ gia công cơ như tính lượng dư gia công, chế độ cắt, phương pháp xác định thời gian cơ bản cho các nguyên công, cơ sở chọn lựa dụng cụ cắt và các thiết bị gia công.

Cũng cần lưu ý rằng, các số liệu của cuốn sách này không phải là giá trị giới hạn. Chúng nên coi chung như các số liệu sử dụng trong giai đoạn đầu khi xác định chế độ gia công tối ưu cho các điều kiện sản xuất cụ thể. Vì vậy, các số liệu có thể sẽ được hiệu chỉnh tùy thuộc vào mức độ biến đổi của tập hợp các thông số ảnh hưởng tới quá trình gia công.

Cuốn sách này được dùng làm tài liệu tham khảo cho sinh viên ngành cơ khí của các trường đại học, cao đẳng và trung cấp khi thiết kế đồ án công nghệ chế tạo máy. Ngoài ra cuốn sách cũng được dùng làm tài liệu tham khảo cho các kỹ sư thiết kế và công nghệ hiện đang công tác ở các nhà máy cơ khí, các viện nghiên cứu, các cơ sở sản xuất khi giải quyết các bài toán của thực tế sản xuất.

Do biên soạn lần đầu nên cuốn sách chắc chắn không tránh khỏi một số thiếu sót nhất định. Chúng tôi thành thật cảm ơn bạn đọc về những ý kiến đóng góp để tài liệu được hoàn thiện hơn trong lần xuất bản sau.

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

Các tác giả.

Chương 1. LƯỢNG DƯ GIA CÔNG CƠ

1.1. Cấu trúc chung của chương một và hướng dẫn sử dụng

Yêu cầu quan trọng nhất đối với mọi quá trình sản xuất hiện đại đó là không ngừng nâng cao chất lượng sản phẩm và năng suất gia công. Chất lượng sản phẩm được xác định thông qua một loạt các thông số có liên quan chặt chẽ với độ chính xác gia công. Độ chính xác kích thước, hình dáng và vị trí tương quan giữa các bề mặt của sản phẩm nhận được sau khi gia công sẽ quyết định chất lượng vận hành của nó. Để đạt được các yêu cầu kỹ thuật cần thiết, trong quá trình thiết kế công nghệ, các nhà công nghệ phải giải quyết một loạt các bài toán, trong đó bài toán xác định lượng dư gia công cơ có tầm quan trọng đặc biệt.

Lượng dư gia công cơ được hiểu là lớp vật liệu cần có để đền bù cho các sai số xuất hiện trong quá trình chế tạo, đảm bảo cho sản phẩm có được các thông số chất lượng yêu cầu. Lớp vật liệu này sẽ được hớt bỏ trong quá trình gia công.

Nếu lượng dư gia công cơ có giá trị lớn hơn giá trị yêu cầu sẽ gây ra các hao tổn về vật liệu, dụng cụ, thời gian v.v. Còn nếu lượng dư gia công có giá trị nhỏ hơn giá trị yêu cầu, không đủ để đền bù các sai số xuất hiện trong quá trình chế tạo, sẽ gây ra phế phẩm và làm giảm hiệu quả của các quá trình sản xuất.

Khi gia công bằng phương pháp tự động đạt kích thước, do kích thước phôi có dao động nên lượng dư gia công cũng sẽ thay đổi từ giá trị cực tiểu tới giá trị cực đại. Vì vậy, thông qua lượng dư gia công tối thiểu $Z_{\min}$ tìm được trong quá trình tính toán, người ta sẽ xác định giá trị của các loại lượng dư còn lại.

Để xác định lượng dư gia công cho các bề mặt cần có các dữ liệu ban đầu sau:

1. Phôi và phương pháp chế tạo phôi;
2. Trình tự thực hiện các nguyên công và các bước công nghệ gia công của các bề mặt;
3. Phương án gá đặt (định vị và kẹp chặt chi tiết).

Vật liệu phôi và phương pháp chế tạo phôi có ảnh hưởng lớn đến trình tự các nguyên công và số bước công nghệ gia công các bề mặt cũng như độ lớn của các thành phần tham gia vào công thức tính lượng dư gia công.

Việc chọn loại vật liệu và phương pháp chế tạo phôi phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố. Hướng dẫn chọn một số loại phôi và phương pháp tạo phôi thông dụng xem trong mục 1.71 (phụ lục của chương 1).

Chất lượng sản phẩm chỉ có thể đạt được khi trình tự thực hiện các nguyên công và các bước công nghệ gia công của các bề mặt được thiết kế hợp lý. Trên cơ sở của các bước công nghệ và các phương pháp gia công tương ứng, chúng ta sẽ xác định được lượng dư gia công của từng bước và lượng dư gia công tổng cộng cho bề mặt yêu cầu. Hướng dẫn thiết kế trình tự gia công một số bề mặt cơ bản xem trong mục 1.72.

Phương án gá đặt ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng đảm bảo chất lượng, chế độ gia công và độ lớn của các thành phần tham gia vào công thức tính lượng dư. Phương pháp xác định sai số gá đặt và giá trị tra bảng của nó cho một số sơ đồ gá đặt thông dụng xem trong mục 1.73.

Để giúp cho việc tính toán lượng dư gia công nhanh chóng và tin cậy, trong quá trình biên soạn, chúng tôi đã đưa thêm vào chương này một số nội dung có liên quan từ các giáo

trình khác. Do đó cấu trúc chung của chương gồm các phần sau đây:

1.1. Cấu trúc chung của chương một và hướng dẫn sử dụng

1.2. Một số khái niệm và định nghĩa cơ bản

Trong phần này hệ thống lại một số khái niệm và thuật ngữ sẽ được sử dụng khi tính toán lượng dư, phương pháp xác định cũng như bảng tra giá trị của chúng.

1.3. Xác định lượng dư gia công cơ bằng phương pháp tính toán phân tích

Trong phần này trình bày các phương pháp và các bảng số liệu cần thiết được sử dụng khi xác định lượng dư gia công tối thiểu $Z_{\min}$ cho các loại phôi khác nhau ứng với từng điều kiện gia công cụ thể.

1.4. Xác định lượng dư gia công tổng cộng bằng phương pháp tra bảng

Mặc dù số liệu tra bảng có độ chính xác không cao, nhưng nó rất cần thiết khi thiết kế sơ bộ hoặc khi không cần số liệu chính xác.

1.5. Lượng dư gia công trung gian khi gia công các loại phôi khác nhau

1.6. Ví dụ tính lượng dư gia công

Phần 1.6 này sẽ giúp cho người đọc nhanh chóng làm quen với phương pháp tính toán và tra bảng khi xác định lượng dư gia công cơ.

1.7. Phụ lục

Phần này chứa các số liệu bổ sung cần thiết khi tính toán xác định lượng dư gia công và bao gồm:

- Hướng dẫn sử dụng và độ chính xác của một số loại phôi thông dụng;
- Hướng dẫn thiết kế trình tự công nghệ khi gia công các bề mặt cơ bản;
- Độ chính xác và sai số của các sơ đồ gá đặt khác nhau.

1.2. Một số khái niệm và định nghĩa cơ bản

1.2.1. Kích thước danh nghĩa d_N , D_N

Kích thước danh nghĩa là kích thước được dùng để xác định các kích thước giới hạn và tính toán các sai lệch. Kích thước danh nghĩa được xác định dựa vào chức năng yêu cầu của chi tiết, ví dụ xuất phát từ độ bền, độ cứng vững v...v. Giá trị tính toán của kích thước danh nghĩa được làm tròn đến giá trị gần nhất của dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn.

1.2.2. Kích thước thực

Kích thước thực là kích thước được xác định bằng cách đo chi tiết với sai số cho phép.

1.2.3. Kích thước giới hạn

Kích thước giới hạn là kích thước cho phép lớn nhất và bé nhất. Kích thước thực nằm trong khoảng của hai kích thước giới hạn.

1.2.4. Sai lệch

Sai lệch là hiệu số giữa các kích thước thực (hoặc giới hạn) với kích thước danh nghĩa.

1.2.5. Cấp chính xác và độ nhám bề mặt

Đối với kích thước các bề mặt tròn đến 3150 mm, tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2244 - 91 và tiêu chuẩn ISO quy định 19 cấp chính xác và được ký hiệu theo mức chính xác giảm dần là: 01; 0; 1; 2; ...; 17. Cấp chính xác 01, 0 và 1 sử dụng khi gia công các loại cần mẫu chuẩn dài. Cấp chính xác từ 14 đến 18 sử dụng cho các chi tiết không quan trọng. Trong gia công cơ khí, thông dụng nhất là các cấp chính xác từ 5 đến 13.

Dung sai của kích thước có độ lớn phụ thuộc vào cấp chính xác chế tạo và kích thước danh nghĩa của nó. Dung sai cho các kích thước có thể xác định theo các bảng trong các sổ tay tương ứng.

Độ nhám bề mặt ít có liên quan đến các sai số kích thước và hình dạng. Tuy nhiên giữa độ nhám bề mặt và dung sai của các kích thước luôn có sự tương thích vì độ nhám có ảnh hưởng tới sự hình thành các sai số đại quan bổ sung khi có tác động của tải trọng và độ mòn của chi tiết trong quá trình vận hành. Nói cách khác, độ nhám của các bề mặt lắp ghép phải có giá trị tương ứng với dung sai yêu cầu. Quan hệ của độ nhám bề mặt với dung sai như trong bảng 1.1.

Bảng 1.1. Quan hệ của độ nhám bề mặt với dung sai kích thước

Cấp chính xác	Độ chính xác hình học tương đối của kích thước	Cấp độ nhám bề mặt khi kích thước danh nghĩa là			
		Tối 18 mm	Từ 18 đến 50 mm	Từ 50 đến 120 mm	Từ 120 đến 500 mm
6	Thô	8	7	7	6
	Bình thường	9	8	8	7
	Cao	10	9	9	8
7	Thô	7	6	6	6
	Bình thường	8	7	7	6
	Cao	9	8	8	7
8	Thô	7	6	6	6
	Bình thường	8	7	6	6
	Cao	9	8	7	7
9	Thô, bình thường	6	6	5	5
	Cao	7	6	6	5
	Rất cao	8	7	7	6
10	Thô, bình thường	6	5	5	5
	Cao	7	6	6	5
	Rất cao	8	7	7	6

Cấp chính xác	Độ chính xác hình học tương đối của kích thước	Cấp độ nhám bề mặt khi kích thước danh nghĩa là			
		Tối 18 mm	Từ 18 đến 50 mm	Từ 50 đến 120 mm	Từ 120 đến 500 mm
11	Thô, bình thường	5	5	4	4
	Cao	6	6	5	5
	Rất cao	7	7	6	6
12 - 13	Thô, bình thường	4	4	3	3
	Cao	5	5	4	4
14 - 15	Thô, bình thường	4	3	2	2
	Cao	4	4	3	3
16 - 17	Thô, bình thường	3	2	1	1
	Cao	3	3	2	2

Chú ý: Độ chính xác hình học tương đối khi gia công được chia thành các cấp độ sau:

Thô: sai số hình dạng và vị trí tương quan của kích thước có giá trị nằm trong giới hạn dung sai và không có điều kiện đặc biệt gì.

Bình thường: sai số hình dạng và vị trí tương quan của kích thước có giá trị bằng 60% dung sai, $R_z < 0.2 \delta_z$, trong đó δ_z là dung sai của kích thước cần gia công.

Cao: sai số hình dạng và vị trí tương quan của kích thước có giá trị bằng 40% dung sai, $R_z < 0.1 \delta_z$.

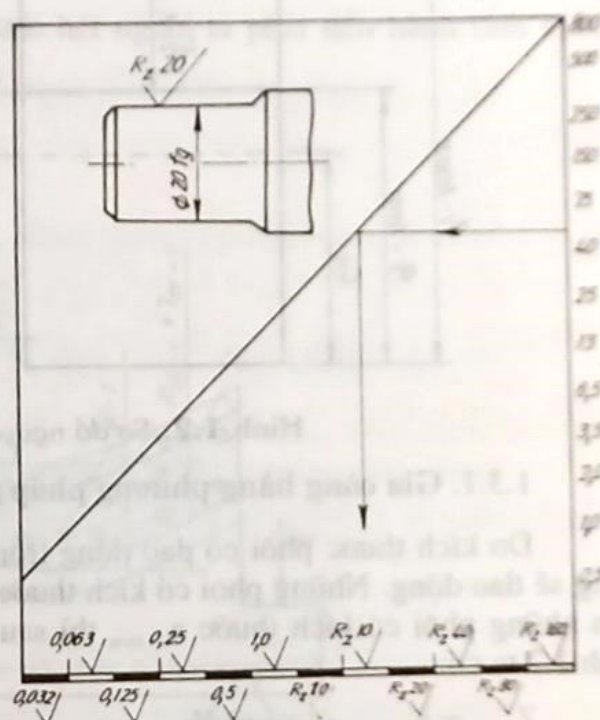
Rất cao: sai số hình dạng và vị trí tương quan của kích thước có giá trị bằng 25% dung sai, $R_z < 0.05 \delta_z$.

Trong các trường hợp cần xác định độ nhám bề mặt gần đúng theo dung sai chế tạo, có thể sử dụng quan hệ trên hình 1.1.

Ví dụ, với chế độ lắp $f9$ cho đường kính $\phi 20$, giới hạn của đường kính trục theo tiêu chuẩn là $\Phi 20 \begin{smallmatrix} -0 \\ -0.20 \end{smallmatrix}$, do đó dung sai của đường kính $\phi 20$ ứng với chế độ lắp chỉ định là $\delta = 72 - 20 = 52 \mu m$. Theo bảng tra trên hình 1.1, ứng với dung sai này, độ nhám tối thiểu của bề mặt sẽ từ $R_z = 10 \mu m$ đến $R_z = 20 \mu m$.

Hình 1.1.

Độ nhám tối thiểu cần thiết của bề mặt theo dung sai của kích thước.



1.2.6. Lượng dư gia công

Lượng dư gia công là lớp vật liệu cần có để bù trừ các sai số xuất hiện trong quá trình chế tạo, bảo đảm cho chi tiết có được các thông số hình học và chất lượng yêu cầu.

Lượng dư được phân chia thành lượng dư tối thiểu, lượng dư danh nghĩa và lượng dư tối đa. Chúng sẽ được hút bỏ khỏi bề mặt phôi trong quá trình gia công để tạo ra chi tiết theo bản vẽ thiết kế.

Thông thường để đạt độ chính xác yêu cầu, một bề mặt phải được gia công qua nhiều bước công nghệ nối tiếp nhau. Do đó lượng dư cũng được phân thành các dạng sau:

Lượng dư gia công trung gian là lớp vật liệu cần hút bỏ trong các bước công nghệ hoặc nguyên công thành phần.

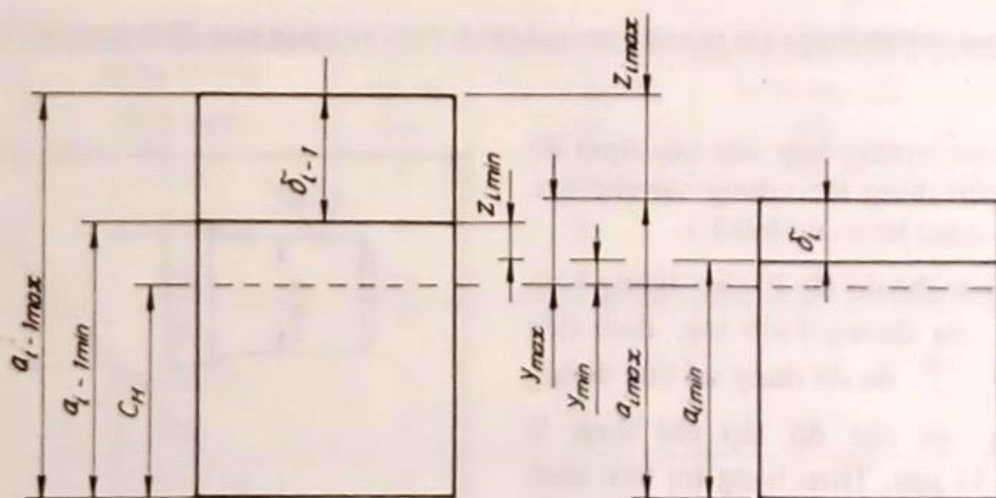
Lượng dư gia công tổng cộng là lớp vật liệu tổng cộng được hút bỏ trong toàn bộ quá trình gia công.

Lượng dư gia công đối xứng là lớp vật liệu được hút bỏ khi gia công các mặt tròn xoay, ngoài hoặc trong.

Trong quá trình thiết kế công nghệ, người ta tiến hành xác định lượng dư gia công tối thiểu. Lượng dư gia công tối thiểu có thể được xác định bằng phương pháp tính toán phân tích hoặc tra bảng.

1.3. Xác định lượng dư gia công cơ bằng phương pháp tính toán phân tích

Phương pháp này dựa trên lý thuyết biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ dưới tác động của tải trọng thay đổi. Sơ đồ nguyên lý xác định lượng dư gia công như trên hình 1.2.



Hình 1.2. Sơ đồ nguyên lý xác định lượng dư gia công cơ

1.3.1. Gia công bằng phương pháp tự động đạt kích thước

Do kích thước phôi có dao động trong giới hạn dung sai δ_{i-1} nên giá trị của lượng dư cũng sẽ dao động. Những phôi có kích thước $a_{i-1,max}$ thì sau khi gia công sẽ có kích thước $a_{i,max}$, còn những phôi có kích thước $a_{i-1,min}$ thì sau khi gia công sẽ có kích thước $a_{i,min}$. Do đó theo hình 1.2 ta có:

$$Z_{i,min} = a_{i-1,min} - a_{i,min} \text{ và } Z_{i,max} = a_{i-1,max} - a_{i,max} \quad (1.1)$$

Hình 1.2 được hình thành với giả thiết:

$$Z_{i,max} > Z_{i,min}; y_{i,max} > y_{i,min}; \delta_{i-1} > \delta_i; a_{i-1,min} > a_{i,max} \quad (1.2)$$

Trong đó: $a_{n-1, \max}$ - kích thước lớn nhất của phôi;

$a_{\min}$ - kích thước nhỏ nhất của phôi;

$a_{i,max}$ - kích thước lớn nhất của chi tiết;

$a_{i, \min}$ - kích thước nhỏ nhất của chi tiết;

$Z_{\max}$ - Lượng dư gia công lớn nhất;

$Z_{\min}$ - Lượng dư gia công nhỏ nhất;

$y_{i,max}$, $y_{i,min}$ - biến dạng đàn hồi lớn nhất và nhỏ nhất của phôi theo phương ngược với phương tác động của lực cắt;

δ_{i+1} - dung sai của phôi;

δ_i - dung sai của chi tiết.

Nếu dụng cụ cắt được điều chỉnh đến kích thước C_{11} , thì khi gia công, phôi có kích thước $a_{i-1, \max}$ sẽ được cắt với lượng dư lớn nhất $Z_{i, \max}$ và biến dạng đàn hồi lớn nhất $y_{i, \max}$. Còn khi gia công phôi có kích thước $a_{i-1, \min}$, lượng dư gia công và biến dạng đàn hồi sẽ có giá trị nhỏ nhất $Z_{i, \min}$ và $y_{i, \min}$ tương ứng. Do đó ta có các quan hệ sau đây:

$$Z_{i, \max} = a_{i-1, \max} - a_{i, \max} = a_{i-1, \max} - (C_{ii} + y_{i, \max}) \quad (1.3)$$

$$Z_{i, \max} = a_{i-1, \max} - a_{i, \max} = a_{i-1, \max} - (C_{i1} + y_{i, \max}) \quad (14)$$

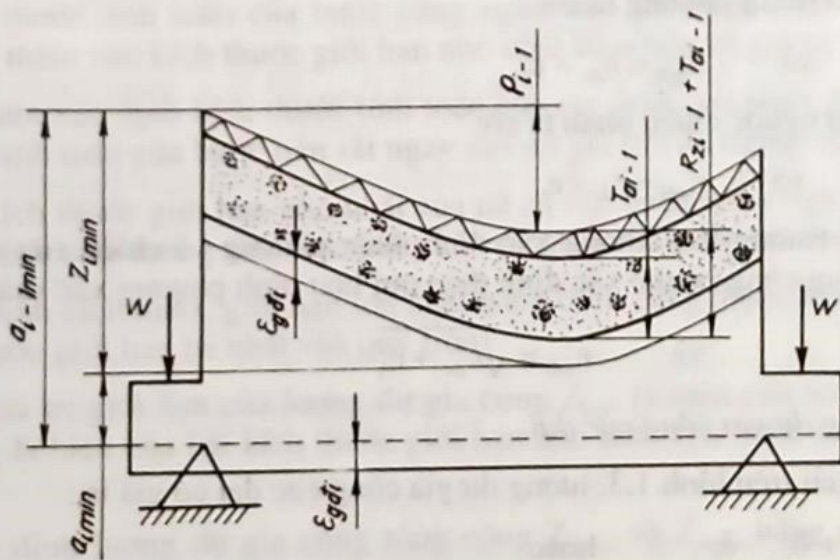
Thay $a_{i-1, \max} = a_{i-1, \min} + \delta_{i-1}$ và $a_{i, \max} = a_{i, \min} + \delta_i$ vào công thức (1.4) ta có:

$$Z_{\text{ср. макс}} = (a_{i-1, \text{ср. макс}} + \delta_{i-1}) - (a_{i, \text{ср. макс}} + \delta_i) = [(a_{i-1, \text{ср. макс}} - a_{i, \text{ср. макс}}) + \delta_{i-1} - \delta_i]$$

Đặt $a_{-1, \max} - a_{-1, \min} = Z_{-1, \max}$, ta có: $Z_{-1, \max} = Z_{-1, \min} + \delta_{-1} - \delta_i$. (1.5)

Như vậy để xác định lượng dư gia công, trước hết người ta phải tiến hành tính toán lượng dư gia công tối thiểu.

1.3.1.1. Lượng dư gia công tối thiểu $Z_{\min}$



Hình 1.3. Các thành phần cấu thành của lượng dư gia công tối thiểu

Mục lục

	Trang
Chương 1. Lượng dư gia công cơ	4
1.1. Cấu trúc chung của chương và hướng dẫn sử dụng	4
1.2. Một số khái niệm và định nghĩa cơ bản	5
1.2.1. Kích thước danh nghĩa d_n , D_n	5
1.2.2. Kích thước thực	5
1.2.3. Kích thước giới hạn	5
1.2.4. Sai lệch	6
1.2.5. Cấp chính xác và độ nhám bề mặt	6
1.2.6. Lượng dư gia công	7
1.3. Xác định lượng dư gia công cơ bằng phương pháp tính toán phân tích	8
1.3.1. Gia công bằng phương pháp tự động đạt kích thước	8
1.3.1.1. Lượng dư gia công tối thiểu $Z_{\min}$	9
1.3.1.2. Lượng dư gia công cực đại	10
1.3.1.3. Lượng dư gia công danh nghĩa	11
1.3.2. Trình tự tính lượng dư gia công và các kích thước giới hạn	11
1.3.2.1. Trình tự tính lượng dư gia công và các kích thước giới hạn theo các bước công nghệ cho mặt ngoài	11
1.3.2.2. Trình tự tính lượng dư gia công và kích thước giới hạn theo các bước công nghệ cho mặt tròn trong	12
1.3.2.3. Một số lưu ý khi tính lượng dư gia công cơ	12
1.3.3. Các chỉ dẫn tính lượng dư và kích thước giới hạn khi gia công phôi cán	15
1.3.3.1. Phôi cán tròn.	15
1.3.3.2. Phôi cán nóng.	15
1.3.3.3. Phôi cán trên máy cán trục vít nằm ngang	15
1.3.4. Tính lượng dư gia công và các kích thước giới hạn khi tạo phôi bằng phương pháp áp lực	15
1.3.4.1. Phôi rèn tự do.	15
1.3.4.2. Rèn trên máy rèn đứng hướng kính.	16
1.3.4.3. Rèn trên máy ép bằng phương pháp chèn ép.	16
1.3.5. Chỉ dẫn tính lượng dư và kích thước giới hạn khi gia công phôi đúc.	16
1.3.6. Tính lượng dư và kích thước giới hạn khi gia công lỗ bằng các phương pháp cắt gọt thông thường.	16
1.3.7. Chỉ dẫn tính lượng dư gia công các kích thước cho trước bằng phương pháp sản xuất đơn chiếc.	29

1.4. Giá trị tra bảng của lượng dư gia công tổng cộng	32
1.4.1. Lượng dư gia công tổng cộng tra bảng khi gia công phôi đúc	32
1.4.2. Lượng dư gia công tổng cộng tra bảng của phôi rèn bằng phương pháp rèn tự do.	33
1.4.3. Lượng dư gia công tổng cộng tra bảng khi gia công phôi rèn trong khuôn kim.	63
1.5. Lượng dư gia công trung gian	73
1.6. Ví dụ tính lượng dư gia công cơ	79
1.6.1. Ví dụ xác định lượng dư gia công bằng phương pháp tính toán phân tích.	79
1.6.1.1. Chú ý khi lập bảng 1.66.	79
1.6.1.2. Giải thích bảng 1.67	82
1.6.1.3. Giải thích bảng 1.68	84
1.6.1.4. Giải thích bảng 1.69	85
1.6.2. Ví dụ xác định lượng dư gia công tổng cộng và dung sai bằng phương pháp tra bảng.	86
1.7. Phụ lục của chương 1	94
1.7.1. Độ chính xác và hướng dẫn sử dụng của một số loại phôi thông dụng.	94
1.7.1.1. Phôi đúc	94
1.7.1.2. Phôi cán thường và phôi cán đặc biệt	94
1.7.1.3. Phôi rèn và phôi dập	95
1.7.2. Hướng dẫn thiết kế trình tự gia công một số dạng bề mặt cơ bản	95
1.7.3. Hướng dẫn tính sai số gá đặt khi gia công	96
1.7.3.1. Khái niệm và công thức chung về sai số gá đặt	97
1.7.3.2. Sai số định vị $\Delta \epsilon_i$	97
1.7.3.3. Sai số kẹp chặt $\Delta \epsilon_k$	98
1.7.3.4. Sai số đồ gá $\Delta \epsilon_{dg}$	99
Chương 2. Tính và tra chế độ cắt	147
2.1. Tính chế độ cắt	147
2.1.1. Tiện	147
2.1.2. Bào, xọc	160
2.1.3. Phay	161
2.1.4. Khoan, khoét, doa	169
2.1.4.1. Khoan	169
2.1.4.2. Khoét, doa, khoan rộng	170
2.1.5. Chuốt	173
2.1.6. Cắt ren	176
	498

	Trang
2.1.7. Gia công răng	182
2.1.8. Mài	187
2.2. Tra chế độ cắt	189
2.2.1. Tiện	189
2.2.2. Phay	197
2.2.3. Khoan, khoét, doa, tarô	211
2.2.4. Gia công ren	226
2.2.5. Chuốt	231
2.2.6. Gia công răng	238
2.2.7. Mài	246
Chương 3. Xác định thời gian nguyên công	273
3.1. Xác định thời gian cơ bản theo công thức	273
3.2. Xác định thời gian cơ bản theo công thức gần đúng và theo đồ thị	286
3.2.1. Xác định thời gian cơ bản bằng đồ thị	286
3.2.2. Xác định thời gian cơ bản theo công thức gần đúng	287
Chương 4. Dụng cụ cắt kim loại	288
4.1. Những phần chung của dụng cụ cắt	288
4.2. Dao tiện phi tiêu chuẩn gắn hợp kim cứng	334
4.3. Dao lắp, kẹp chặt mảnh lưỡi cắt bằng phương pháp cơ học	336
4.4. Dao không mài sắc gắn hợp kim cứng	338
4.5. Dao gôm	339
4.6. Thân dao tiện	340
4.7. Bề phoi và cuộn phoi	341
4.8. Dao tiện định hình	344
4.9. Những thông số hình học phần cắt của dao tiện.	348
4.10. Mũi khoan	353
4.11. Mũi khoét.	372
4.12. Dao doa.	376
4.13. Dao chuốt.	378
4.14. Dao phay.	381
4.15. Tarô	403
4.16. Bàn ren	416
4.17. Dụng cụ cắt răng răng	422
4.18. Các đá mài và bột mài.	429

Chương 5. Máy cắt kim loại

5.1. Phân loại và ký hiệu máy cắt kim loại	449
5.2. Phân loại và ký hiệu máy cắt của Liên Bang Nga	450
5.3. Máy tiện vạn năng	450
5.4. Máy tiện vạn năng của Việt Nam	451
5.5. Máy tiện cỡ nhỏ của Liên Bang Nga	452
5.6. Máy tiện cỡ lớn của Liên Bang Nga	454
5.7. Máy tiện đứng của Liên Bang Nga	455
5.8. Máy tiện nhiều trục của Liên Bang Nga	456
5.9. Máy tiện bán tự động nhiều dao của Liên Bang Nga	457
5.10. Máy phay vạn năng và máy phay giường	458
5.11. Máy phay côngxôn (vạn năng, ngang, đứng) của Liên Bang Nga	458
5.12. Máy phay vạn năng của Liên Bang Nga	460
5.13. Máy phay giường của Liên Bang Nga	461
5.14. Máy phay giường một và hai trụ của Liên Bang Nga	462
5.15. Máy phay chép hình của Liên Bang Nga	463
5.16. Máy phay bàn quay của Liên Bang Nga	464
5.17. Máy bào ngang và máy bào giường	464
5.18. Máy bào ngang của Việt Nam và Liên bang Nga	465
5.19. Máy bào giường của Liên Bang Nga.	465
5.20. Máy xọc thông dụng của Liên Bang Nga.	467
5.21. Máy khoan đứng và máy khoan cần (theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 270/68).	467
5.22. Máy khoan đứng của Việt Nam và Liên Bang Nga	468
5.23. Máy khoan cần của Liên Bang Nga	468
5.24. Máy doa ngang của Liên Bang Nga	469
5.25. Máy doa toạ độ của Liên Bang Nga.	470
5.26. Máy doa toạ độ hai trụ của Liên Bang Nga.	471
5.27. Máy doa kim cương nằm ngang của Liên Bang Nga.	472
5.28. Máy doa kim cương nằm ngang cỡ lớn của Liên Bang Nga.	473
5.29. Máy mài tròn ngoài của Liên Bang Nga.	474
5.30. Máy mài tròn trong của Liên Bang Nga.	475
5.31. Máy mài phẳng của Liên Bang Nga.	476
5.32. Máy mài vô tâm của Liên Bang Nga.	477
5.33. Máy mài then hoa của Liên Bang Nga.	478
5.34. Máy chuốt ép siêu âm của Liên Bang Nga.	479
5.35. Máy chuốt ép chép hình tia lửa điện và xung điện vạn năng của Liên Bang Nga.	480

	Trang
5.36. Máy phay răng bánh răng trụ của Liên Bang Nga.	481
5.37. Máy xọc răng của Liên Bang Nga.	482
5.38. Máy gia công bánh răng côn răng thẳng của Liên Bang Nga.	483
5.39. Máy gia công bánh răng côn răng cong của Liên Bang Nga.	484
5.40. Máy mài bánh răng côn của Liên Bang Nga.	485
5.41. Máy mài răng trụ của Liên Bang Nga.	486
5.42. Máy phay then hoa ngang bán tự động của Liên Bang Nga.	487
5.43. Máy cà răng và mài khôn răng của Liên Bang Nga.	488
5.44. Máy mài ren vạn năng của Liên Bang Nga.	489
5.45. Búa rèn khí nén của Liên Bang Nga.	490
5.46. Búa hơi của Liên Bang Nga.	491
5.47. Máy ép cơ khí của Liên Bang Nga.	492
5.48. Máy ép thuỷ lực của Liên Bang Nga.	492
Tài liệu tham khảo.	493
Mục lục	494

Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
Hà Nội 2002.

In 1.000 cuốn, khổ 19 x 27 cm, tại Xí nghiệp in 19 - 8 số 3 đường
Nguyễn Phong Sắc - Nghĩa Tân - Cầu Giấy - Hà Nội.
Giấy phép xuất bản số: 111 - 277, do Cục Xuất bản cấp ngày 4/3/2002
In xong và nộp lưu chiểu tháng 7 năm 2002.