Chương 2. CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT GIA CÔNG

2.1. Khái niệm về chất lượng bề mặt gia công

Chất lượng bề mặt gia công được đánh giá bằng hai yếu tố đặc trưng:

- Tính chất cơ lý của lớp kim loại bề mặt.

- Độ nhám bề mặt.

Chất lượng của lớp kim loại bề mặt được tạo thành bởi tính chất của kim loại và phương pháp gia công cơ. Trong quá trình gia công cơ dưới tác dụng của lưỡi cắt dụng cụ, trên bề mặt kim loại tạo thành những vết lồi, lõm và cấu trúc của lớp bề mặt cũng thay đổi (lớp bề mặt bị biến dạng dẻo và tạo thành biến cứng, đồng thời xuất hiện ứng xuất dư).

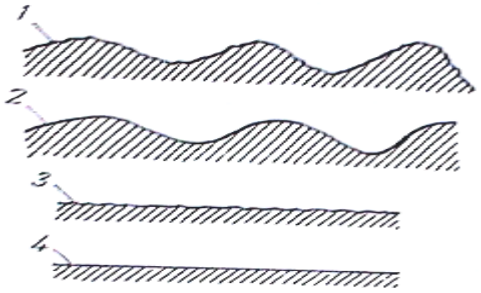
Mức độ biến cứng và chiều sâu biến cứng phụ thuộc vào phương pháp gia công và chế độ cắt (lượng chạy dao, chiều sâu cắt và tốc độ cắt). Khi tăng lượng chạy dao và tốc độ cắt, chiều sâu biến cứng tăng lên, ngược lại khi tăng tốc độ cắt thì chiều sâu biến cứng giảm xuống.

Các sai số của bề mặt gia công được phân biệt theo dấu hiệu hình học như sau:

- Sai số hình dáng (độ ô van, độ côn, độ tang trống, độ đa cạnh,...)

- Độ sóng bề mặt.

- Độ nhám bề mặt (được tạo thành bằng những vết lồi, lõm dưới tác dụng của lưỡi cắt).



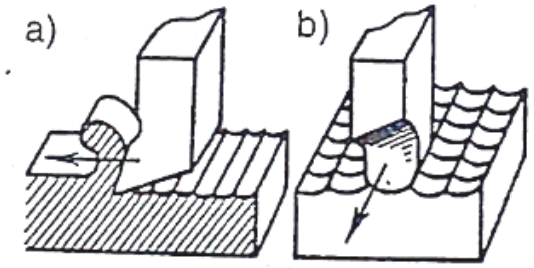
Hình 2.1. Các dạng bề mặt gia công

Bề mặt có thể có độ sóng và độ nhám cao (bề mặt 1 trên hình 2.1), độ sóng và độ nhám vừa phải (bề mặt 2 trên hình 2.1), bề mặt tương đối bằng phẳng nhưng có độ nhám cao (bề mặt 3 trên hình 2.1) hoặc bề mặt phẳng với độ nhám thấp (bề mặt 4 trên hình 2.1).

Sai số hình dáng hình học là một trong những yếu tố của độ chính xác gia công, vì vậy các sai số này được nghiên cứu sâu ở chương 3 (độ chính xác gia công).

Độ sóng bề mặt xuất hiện khi gia công có rung động của hệ thống công nghệ (Máy - Dao – Đồ gá – Chi tiết gia công), quá trình cắt không liên tục, độ đảo của dụng cắt,… thông thường độ sóng bề mặt xuất hiện khi gia công các chi tiết có kích thước vừa và lớn bằng các phương pháp tiện, phay và mài.

Bề mặt chi tiết được gia công bằng các dụng cụ có lưỡi cắt (dao tiện, dao phay, dao bào,…) có độ nhám với các đặc tính khác nhau:



Hình 2.2. Độ nhám dọc (a) và độ nhám ngang (b)

- Độ nhám dọc (trùng với phương của vectơ tốc độ cắt – hình 2.2 a).

- Độ nhám ngang (vuông góc với phương của vectơ tốc độ cắt, hình 2.2 b).

Độ nhám dọc xuất hiện khi lực cắt có biến đổi gay ra rung động. Ngoài ra, độ nhám dọc còn xuất hiện do nguyên nhân của lẹo dao (hiện tượng lớp kim loại bị dính chặt trên mũi dao).

Độ nhám ngang thông thường lớn hơn độ nhám dọc. Khi gia công tinh bằng bề mặt bằng dụng cụ hạt mài, độ nhám bề mặt theo các phương ngang và dọc gần như nhau.

Chất lượng, bề mặt gia công phụ thuộc vào những yếu tố sau đây:

- Tính chất của vật liệu gia công.
- Phương pháp gia công (tiện, bào, phay, mài,...).
- Chế độ cắt (tốc độ cắt, lượng chạy dao, chiều sâu cắt).
- Độ cứng vững của hệ thống công nghệ (Máy-Dao-Đồ gá-Chi tiết gia công).
- Thông số hình học của dao.
- Dung dịch trơn nguội.

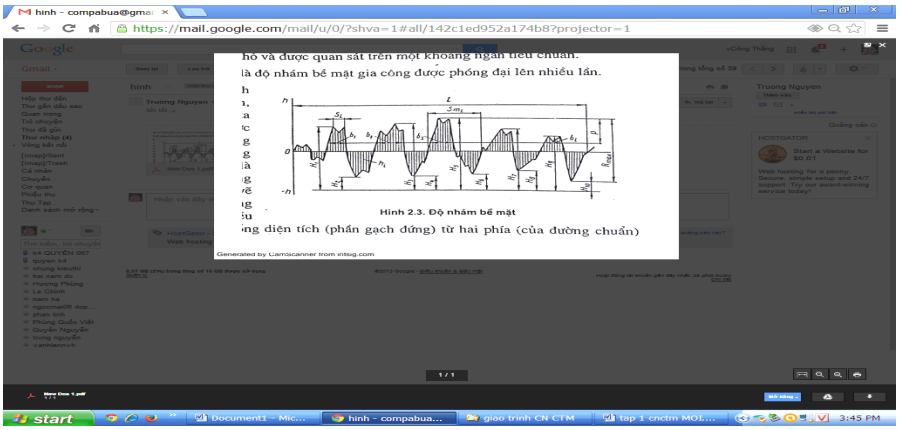
2.2. Độ nhám bề mặt

Độ nhám bề mặt (độ nhấp nhô tế vi) là tập hợp tất cả những bề lồi, lõm với bước cực nhỏ và được quan sát trên một khoảng ngắn tiêu chuẩn.

Hình 2.3 là độ nhám bề mặt gia công được phóng đại lên nhiều lần.

Để đánh giá độ nhám, trước hết ta phải vẽ được đường thẳng chuẩn. Đường thẳng chuẩn là đường trung bình được vẽ sao cho trong phạm vi chiều dài chuẩn 1 tổng diện tích (phần gạch đứng) từ hai phía (của đường chuẩn) bằng nhau.

Chiều dài chuẩn 1 là chiều dài dùng để đánh giá các thông số của độ nhám (1 = 0,01 đến 25 mm).



Hình 2.3. Độ nhám bề mặt

R_a – sai lệch prôfin trung bình cộng bằng giá trị trung bình cộng của các giá trị chiều cao h tính từ đường trung bình trong phạm vi chiều dài chuẩn 1.

R_a được xác định theo công thức sau:

$$R_a = \frac{1}{1}\int_0^1 |h|dl \approx \frac{\sum_i^n |h_i|}{n}$$

Ở đây: 1 – chiều dài chuẩn;

h – tung độ của profin được đo từ đường chuẩn;

n – số lượng tung độ của profin được đo.

Rz – chiều cao nhấp nhô bằng giá trị trung bình giữa năm đỉnh cao nhất và năm đỉnh thấp nhất của profin được đo trong phạm vi chiều dài chuẩn 1:

$$Rz = \left(\frac{(H_1 + H_3 + H_5 + H_7 + H_9) - (H_2 + H_4 + H_6 + H_8 + H_{10})}{5} \right)$$

Sm – bước nhấp nhô theo đường trung bình bằng giá trị trung bình của các bước nhấp nhô (theo đường trung bình) trong phạm vi chiều dài chuẩn 1:

$$S^m = \frac{\sum_1^n S_{mi}}{n}$$

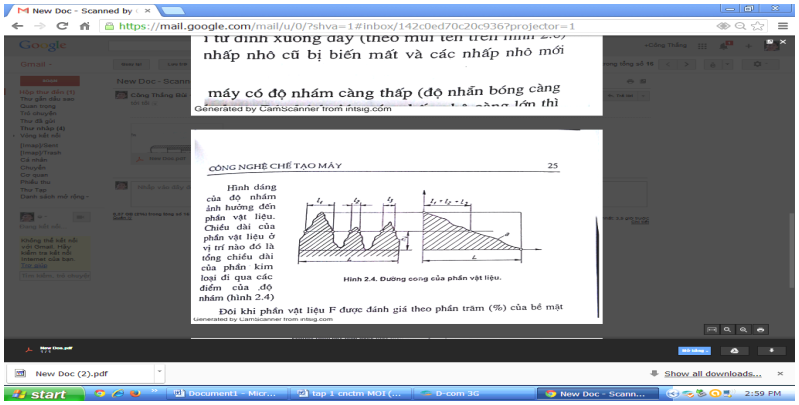
Ở đây: n - bước nhấp nhô (theo đường trung bình) trong phạm vi chiều dài chuẩn;

S – bước nhấp nhô theo đỉnh bằng giá trị trung bình của các bước nhấp nhô (theo đỉnh) trong phạm vi chiều dài chuẩn 1;

$$S = \frac{\sum_1^n S_{mi}}{n}$$

Ở đây: n – bước nhấp nhô (theo đỉnh) trong phạm vi chiều dài chuẩn 1:

Đường thẳng cách đều đường trung bình được vẽ cách đỉnh cao nhất của độ nhám một lượng là p. Đại lượng p được chọn khoảng 5 ÷ 90% Rmax (chiều cao nhấp nhô cực đại).



Hình 2.4. Đường cong của phần vật liệu

Hình dáng của độ nhám ảnh hưởng đến phần vật liệu. Chiều dài của phần vật liệu ở vị trí nào đó là tổng chiều dài của phần kim loại đi qua các điểm của độ nhám (hình 2.4).

Đôi khi phần vật liệu F đươc đánh giá theo (%) của bề mặt gia công:

$$F = \frac{1_i}{L} 100\%$$

Ở đây: 1_i – chiều dài của độ nhám ở một vị trí nào đó;

L – chiều dài của phần bề mặt được quan sát.

Đường cong a (xem hình 2.4) cho phép xác định giá trị của phần vật liệu ở các độ cao khác nhau của pr«fin bề mặt. Đường cong này cho biết phần không gian giữa các mặt song song đi qua các đỉnh cao nhất và thấp nhất của độ nhám được điền đầy bằng lớp kim loại.

Đường cong a của phần vật liệu đặc trưng cho khả năng chịu tải của bề mặt.

Mỗi một điểm của đường cong này được dựng bằng cách cộng tất cả các khoảng cách bề rộng của độ nhám ($I_1 + I_2 + I_3$) nằm trên cùng một độ cao h (h là tung độ đường cong).

Mức độ điền đầy bề mặt bằng kim loại càng cao thì độ chống mòn và độ kín khít của các bề mặt lắp ghép càng cao. Như vậy, cùng một chiều cao của độ nhám, phần vật liệu sẽ khác nhau hay nói cách khác thì hình dáng của độ nhám khác nhau thì phần vật liệu sẽ khác nhau.

Ngoài các thông số trên đây người ta còn đánh giá độ nhám theo chiều cao nhấp nhô lớn nhất R_{max}. Chiều cao nhấp nhô R_{max} là khoảng cách giữa hai đỉnh cao nhất và thấp nhất của độ nhám (xem hình 2.3).

Theo tiêu chuẩn Nhà nước thì độ nhám bề mặt được chia làm 14 cấp, ứng với các giá trị R_a và R_z. Độ nhám bề mặt thấp nhất (hay độ nhẵn bóng bề mặt cao nhất) ứng với cấp 14 (R_a = 0.01μm ; R_z = 0.05 μm). Trên bản vẽ chi tiết máy, yêu cầu về độ nhám bề mặt được cho theo giá trị của R_a hoặc R_z. Trị số R_a được cho khi yêu cầu độ nhám bề mặt (độ nhẵn bóng bề mặt) cần đạt từ cấp 6 đến cấp 12 (R_a = 2.5 ÷ 0.04 μm). Trị số R_z được ghi trên bản vẽ nếu yêu cầu độ nhám bề mặt cần đạt trong phạm vi từ cấp 1 đến cấp 5 (R_z = 320 ÷ 20 μm) hoặc từ cấp 13 đến 14 (R_z = 0.08 ÷ 0.05 μm). Ký hiệu độ nhám bề mặt theo Ra được thể hiện như sau: $^{0.63}\sqrt{}$ (giá trị $R_a \leq 0.63$ μm) còn ký hiệu R_z là $^{Rz\ 20}\sqrt{}$ (giá trị $R_z \leq$ 20 μm). Trong thực tế sản xuất rất nhiều khi người ta đánh giá độ nhám bề mặt chi tiết máy theo các mức độ: thô (cấp 1-4), bán tinh (cấp 5-7), tinh (cấp 8-11), và siêu tinh (cấp 12-14).

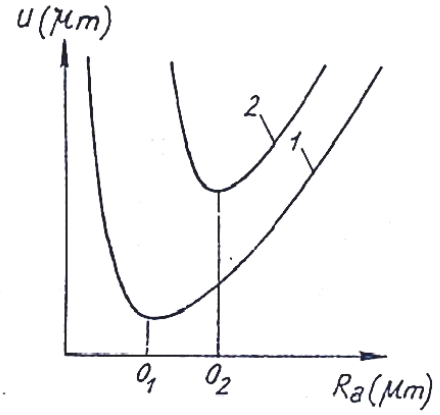
Bảng 2.1. Cấp độ nhám và các giá trị tương ứng

<table>
<tr><th rowspan="2">Chất lượng Bề mặt</th><th rowspan="2">Cấp độ nhám</th><th>R_a(μm)</th><th>R_z(μm)</th><th rowspan="2">Chiều dài chuẩn (mm)</th><th rowspan="2">Ghi trên bản vẽ</th></tr>
<tr><th colspan="2">Không lớn hơn</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Thô</td><td>1
2
3</td><td>84
40
20</td><td>320
150
80</td><td>8</td><td rowspan="3">R_z</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Bán tinh</td><td>4
5</td><td>10
5</td><td>40
20</td><td rowspan="2">2.5</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Tinh</td><td>6
7
8</td><td>2.5
1.25
0.63</td><td>10
6.3
3.2</td><td>0.8</td><td rowspan="3">Ra</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Siêu tinh</td><td>9
10
11
12</td><td>0.32
0.16
0.08
0.04</td><td>1.6
0.8
0.4
0.2</td><td>0.25</td></tr>
</table>

	13 14	*0.02* *0.01*	**0.1** **0.05**	0.08	Rz

2.3. Ảnh hưởng của độ nhám bề mặt tới tính chất sử dụng của chi tiết máy

Nhiều công trình nghiên cứu đã chứng minh rằng ma sát và độ mòn của chi tiết máy phụ thuộc vào chiều cao và hình dáng của độ nhám bề mặt và phương của vết gia công.



Hình 2.5. Các đường cong chỉ độ nhám tối ưu

Hình 2.5 là các đường cong chi độ nhám tối ưu (các điểm O_1 và O_2) ứng với độ mòn ban đầu nhỏ nhất của các bề mặt tiếp xúc, ta thấy: đối với điều kiện làm việc nặng đường cong mòn dịch chuyển về phía trên và bên phải (đường cong 2) độ nhám tối ưu có giá trị lớn hơn.

Thực tế cho thấy độ mòn ban đầu của chi tiết máy có thể san phẳng 65 ÷ 75% chiều cao của độ nhám và như vậy trong một số trường hợp điều kiện lắp ghép có thể bị phá hỏng. Do độ nhám bề mặt cần được chọn trên cơ sở trường dung sai δ:

Khi đường kính lắp ghép > 50mm:

$$R_z = (0,1 \div 0,15)\ \delta$$

Khi đường kính lắp ghép trong khoảng 18 ÷ 50 mm:

$$R_z = (\ 0,15 \div 0,2)\ \delta$$

Khi đường kính lắp ghép < 18 mm:

$$R_z = (\ 0,2 \div 0,25)\ \delta$$

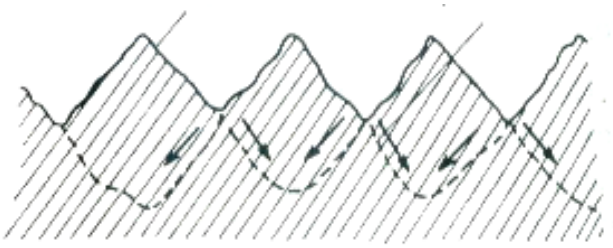
Ở đây: trường dung sai δ và độ nhám R_z có đơn vị đo là μm.

Độ nhám bề mặt tăng có ảnh hưởng xấu đến độ bền của mối ghép căng (lắp chặt) bởi vì khi ép, độ nhám bề mặt bị chèn xuống làm cho độ bền của mối ghép giảm xuống. Chẳng hạn, độ bền của mối ghép giữa trục chính và bánh xe tàu hoả có độ nhám 36,5 μm giảm 40% so với độ bền của mối ghép có độ nhám 18 μm.

Độ nhám bề mặt giảm (độ nhẵn bóng bề mặt tăng) cho phép nâng cao độ bền mỏi của chi tiết. Ví dụ, bề mặt thực hiện thép được đánh bóng có độ bền mỏi cao hơn 40% so với bề mặt không được đánh bóng.

Độ nhám bề mặt còn ảnh hưởng rất lớn đến tính chống ăn mòn hoá học của lớp bề mặt chi tiết (hình 2.6).

Các chỗ lõm trên bề mặt chi tiết (đáy các nhấp nhô tế vi) là nơi chứa các tạp chất như axít, muối,… Các tạp chất này có tác dụng ăn mòn hoá học đối với kim loại. Quá trình ăn mòn hoá học trên lớp bề mặt chi tiết làm các nhấp nhô mới hình thành.



Hình 2.6. Lớp bề mặt chi tiết

Quá trình ăn mòn hoá học này ở lớp bề mặt xảy ra dọc sườn dốc của các nhấp nhô tế vi theo chiều từ đỉnh xuống đáy (theo mũi tên, hình 2.6) các nhấp nhô, làm cho các nhấp nhô cũ bị biến mất và các nhấp nhô mới hình thành.

Như vậy, bề mặt chi tiết máy có độ nhám càng thấp (độ nhẵn bóng càng cao) thì càng ít bị ăn mòn hoá học. Bán kính đáy các nhấp nhô càng lớn thì khả năng chống ăn mòn hoá học bằng phương pháp mạ (mạ crôm, mạ niken) hoặc bằng các phương pháp cơ khí tạo ra lớp cứng nguội bề mặt.

2.4. Ảnh hưởng của biến cứng bề mặt tới tính chất sử dụng của chi tiết máy

Bề mặt biến cứng có thể tăng độ bền mỏi của chi tiết lên khoảng 20%, tăng độ chống mòn của nó lên 2-3 lần. Chiều sâu và mức độ biến cứng của lớp bề mặt đều có ảnh hưởng đến độ bền mỏi của chi tiết máy, cụ thể là nó hạn chế khả năng gây ra các vết nứt làm phá hỏng chi tiết. Tuy nhiên, bề mặt quá cứng (mức độ biến cứng quá cao) sẽ làm giảm độ bền mỏi của chi tiết máy.

2.5. Ảnh hưởng của ứng suất dư bề mặt tới tính chất sử dụng của chi tiết máy

Ứng suất dư nén trên lớp bề mặt có khả năng làm tăng độ bền mỏi của chi tiết còn ứng suất dư kéo trên lớp bề mặt làm giảm độ bền mỏi của chi tiết. Ví dụ, đối với chi tiết từ vật liệu thép độ bền mỏi của nó có thể tăng lên 50% ghi trên lớp bề mặt có ứng suất dư nén và độ bền mỏi giảm 30% khi trên lớp bề mặt có ứng suất dư kéo.

2.6. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt gia công

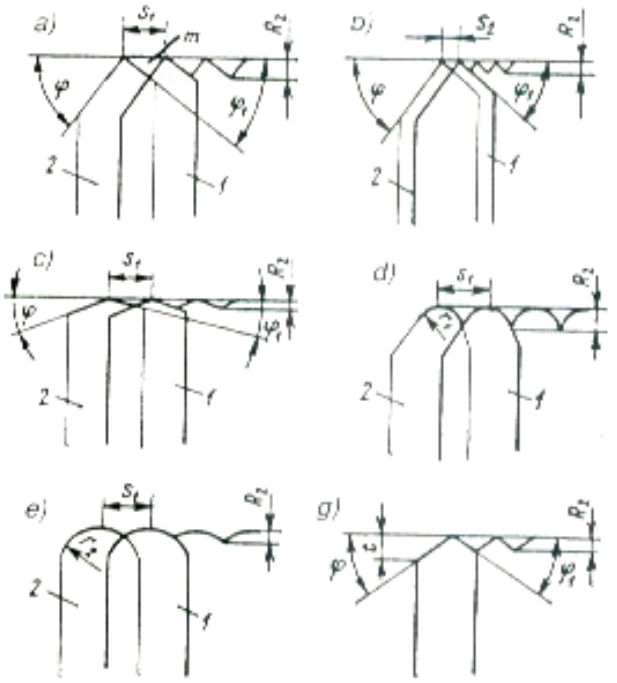
2.6.1. Thông số hình học của dụng cụ cắt

Qua thực nghiệm đối với phương pháp tiện người ta đã xác định được mối quan hệ với thông số độ nhám (chiều cao nhấp nhô tế vi) Rz, lượng tiến dao S, bán kính mũi dao r và chiều dày phôi nhỏ nhất h_{min}.

Hình 2.7 mô tả sự hình thành độ nhám bề mặt khi gia công bằng các loại dao tiện khác nhau.

Ở đây khi tiện, sau một vòng quay của chi tiết gia công dao thực hiện một lượng ăn dao S_1 (mm/vòng)và dịch chuyển từ vị trí 1 sang vị trí 2 (hình 2.7a). Trong trường hợp này trên bề mặt gia công còn lại phần kim loại chưa được hớt đi (phần m). Phần m này chính là độ nhám bề mặt sau khi gia công. Ta thấy, hình dáng và giá trị của độ nhám bề mặt phụ thuộc vào lượng chạy dao S_1 và hình dáng của lưỡi cắt. Ví dụ, khi giảm lượng chạy dao từ S_1 xuống S_2, chiều cao nhấp nhô tế vi (chiều cao độ nhám) R_z giảm xuống $R_z^{'}$ (hình 2.7b). Nếu thay đổi góc nghiêng chính ϕ và góc nghiêng phụ $\phi 1$ thì chiều cao và hình dáng của độ nhám sẽ thay đổi (hình 2.7c). Khi gia công bằng dao có bán kính mũi

dao lớn thì hình dáng của độ nhám cũng có dạng được vẽ tròn (hình 2.7d). Nếu tăng bán kính mũi dao tới r_2 thì chiều cao của độ nhám R_z giảm xuống (hình 2.7e).



Hình 2.7. Sự hình thành độ nhám bề mặt

Trong quá trình hình thành độ nhám khi tiện bằng dao có bán kính mũi dao không lớn và lượng chạy dao lớn thì độ nhám bề mặt không chỉ chịu ảnh hưởng của bán kính mũi dao mà còn chịu ảnh hưởng của lưỡi cắt chính và lưỡi cắt phụ (hình 2.7g) có nghĩa là ảnh hưởng của các góc ϕ và ϕ_1.

Từ những lập luận trên đây mà Giáo sư người nga Trebusep đã đưa ra công thức biểu thị mối quan hệ giữa R_z với s,r và h_{min} như sau :

- Khi s > 0,15 mm/vòng thì: $R_z = \frac{S^2}{8r}$

- Khi s < 0,1 mm/vòng thì: $R_z = \frac{s^2}{8r} + \frac{h_{min}}{2}\left(1 + \frac{rh_{min}}{s^2}\right)$

Ở đây, chiều dày phoi kim loại h_{min} phụ thuộc vào bán kính mũi dao r. Nếu mài lưỡi dao cắt bằng đá kim cương mịn ở mặt trước và mặt sau lưỡi cắt khi r = 10μm thì

h_{min} = 4μm. Mài dao hợp kim cứng bằng đá thường nếu r = 40μm thì

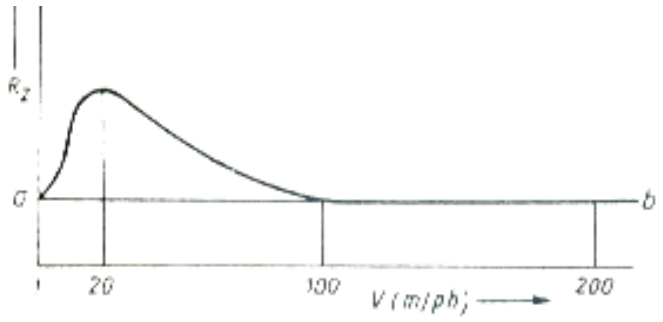
$h_{min} \geq 20\mu m$.

Nếu lượng chạy dao S quá nhỏ (S < 0,03mm/vòng) thì trị số của R_z lại tăng, nghĩa là thực hiện bước tiện tinh hoặc phay tinh với lượng chạy dao S quá nhỏ sẽ không có ý nghĩa đối với việc cải thiện chất lượng bề mặt.

2.6.2. Ảnh hưởng của tốc độ cắt

Tốc độ cắt có ảnh hưởng rất lớn đến độ nhám bề mặt (hình 2.8).

Khi cắt thép cacbon ở tốc độ cắt thấp, nhiệt cắt không cao, phoi kim loại tách dễ, biến dạng của lớp kim loại không nhiều, vì vậy độ nhám bề mặt thấp. Khi tăng tốc độ đến khoảng 15-20 m/phút thì nhiệt cắt và lực cắt đều tăng, gây ra biến dạng dẻo mạnh, ở mặt trước và mặt sau của dao kim loại bị chảy dẻo. Khi lớp kim loại bị nén chặt ở mặt trước dao và nhiệt độ cao làm tăng hệ số ma sát ở vùng cắt sẽ hình thành lẹo dao. Đó là một ít kim loại bị chảy và bám vào mặt trước và một phần sau của dao. Về cấu trúc, thì lẹo dao là hạt kim loại rất cứng, nhiệt độ nóng chảy lên tới khoảng 3000°C, bám rất chắc vào mặt trước và một phần mặt sau của dao. Lẹo dao làm tăng độ nhám bề mặt gia công. Nếu tiếp tục tăng tốc độ cắt, lẹo dao bị nung nóng nhanh hơn, vùng kim loại biến dạng bị phá hủy, lực dính của lẹo dao không thắng nổi lực ma sát của dòng phoi và lẹo dao bị cuốn đi. Biến mất ứng với tốc độ cắt trong khoảng 30-60m/phút. Với tốc độ cắt lớn hơn 60m/phút thì lẹo dao không hình thành được, nên độ nhám bề mặt gia công giảm (độ nhẵn bóng bề mặt tăng).



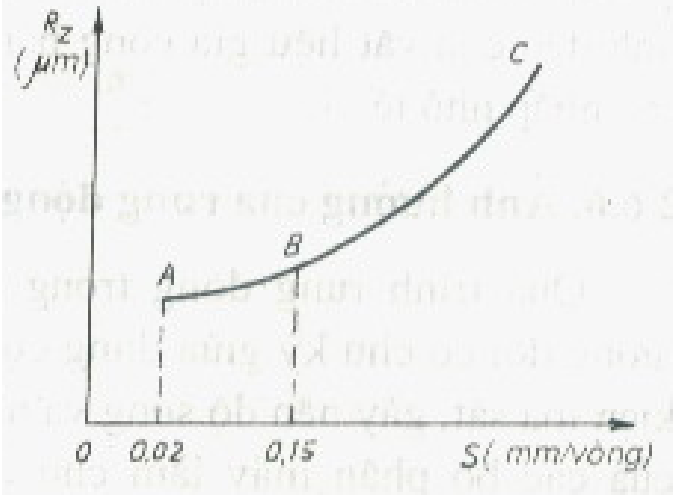
Hình 2.8. Độ nhám bề mặt ảnh hưởng bởi tốc độ cắt

Khi gia công kim loại giòn (gang) các mảnh kim loại bị trượt và vỡ ra không theo thứ tự do đó làm tăng độ nhấp nhô (độ nhám) bề mặt. Tăng tốc độ cắt sẽ giảm được hiện tượng vỡ vụn của kim loại và như vậy làm giảm độ nhấp nhô bề mặt.

2.6.3. Ảnh hưởng của lượng chạy dao

Lượng chạy dao S ngoài ảnh hưởng mang tính chất hình học như đã nói ở trên, còn có ảnh hưởng lớn đến mức độ biến dạng dẻo và biến dạng đàn hồi ở bề mặt gia công, làm cho độ nhám thay đổi. Hình 2.9 là đồ thị quan hệ giữa lượng chạy dao S và chiều cao nhấp nhô tế vi (độ nhám bề mặt) R_z khi gia công thép cacbon.

Khi gia công với lượng chạy dao S = 0,02- 0,15mm/vòng thì bề mặt gia công có độ nhấp nhô tế vi giảm. Nếu gia công với S < 0,02mm/vòng thì độ nhấp nhô tế vi sẽ tăng lên (độ nhẵn bóng giảm xuống) vì ảnh hưởng của biến dạng dẻo lớn hơn ảnh hưởng của các yếu tố hình học. Nếu lượng chạy dao S > 0,15mm/vòng thì biến dạng đàn hồi sẽ ảnh hưởng đến sự hình thành các nhấp nhô tế vi, kết hợp với ảnh hưởng của các yếu tố hình học, làm cho độ nhám bề mặt tăng lên (đoạn BC trên hình 2.9).



Hình 2.9. Ảnh hưởng của lượng chạy dao S tới chiều cao nhấp nhô tế vi R_z

Như vậy, để đảm bảo độ nhẵn bóng bề mặt và năng suất gia công nên chọn giá trị lượng chạy dao S trong khoảng từ 0,05-0,12mm/vòng đối với thép cacbon.

2.6.4. Ảnh hưởng của chiều sâu cắt

Chiều sâu cắt nhìn chung không có ảnh hưởng đáng kể đến độ nhám bề mặt. Tuy nhiên nếu chiều sâu cắt quá lớn thì rung động trong quá trình cắt tăng, do đó độ nhám có thể tăng. Ngược lại, chiều sâu cắt quá nhỏ sẽ làm cho dao bị trượt trên bề mặt gia công và xảy ra hiện tượng cắt không liên tục, do đó độ

nhám bề mặt lại tăng. Hiện tượng gây trượt dao thường ứng với giá trị chiều sâu cắt trong khoảng 0,02-0,03 mm.

2.6.5. Ảnh hưởng của vật liệu gia công

Vật liệu gia công ảnh hưởng lớn đến độ nhám bề mặt (độ nhấp nhô tế vi) chủ yếu là do khả năng biến dạng dẻo. Vật liệu dẻo và dai (thép ít cacbon) dễ biến dạng dẻo sẽ làm cho độ nhám bề mặt tăng hơn so với vật liệu cứng và giòn.

Để đạt độ nhám bề mặt thấp (độ nhẵn bóng bề mặt cao) người ta thường tiến hành thường hoá thép cacbon ở nhiệt độ 850-870°C trước khi cắt gọt.

Độ cứng của vật liệu gia công tăng thì chiều cao nhấp nhô tế vi giảm và hạn chế ảnh hưởng của tốc độ cắt tới chiều cao nhấp nhô tế vi. Khi độ cứng của vật liệu gia công đạt tới giá trị HB = 5000 N/mm^2 thì ảnh hưởng của tốc độ cắt tới chiều cao nhấp nhô tế vi (R_z) hầu như không còn. Mặt khác, giảm tính dẻo của vật liệu gia công bằng biến cứng bề mặt cũng làm giảm chiều cao nhấp nhô tế vi.

2.6.6. Ả nh hưởng của rung động của hệ thống công nghệ

Quá trình rung động trong hệ thống công nghệ tạo ra chuyển động tương đối có chu kỳ giữa dụng cụ cắt và chi tiết gia công, làm thay đổi điều kiện ma sát, gây nên độ sóng và nhấp nhô tế vi trên bề mặt gia công. Sai lệch của các bộ phận máy làm cho chuyển động của máy không ổn định, hệ thống công nghệ sẽ có dao động cưỡng bức, nghĩa là các bộ phận máy khi làm việc sẽ có rung động với những tần số khác nhau, gây ra sóng dọc và sóng ngang trên bề mặt gia công với bước sóng khác nhau. Khi hệ thống công nghệ có rung động, độ sóng và độ nhấp nhô tế vi dọc sẽ tăng nếu lực cắt tăng, chiều sâu cắt lớn và tốc độ cắt cao, ví dụ, khi mài.

Tình trạng của máy có ảnh hưởng lớn đến độ nhám bề mặt gia công. Muốn đạt độ nhám bề mặt gia công thấp trước hết phải đảm bảo có đủ độ cứng vững cần thiết.

Độ nhám của bề mặt gia công còn phụ thuộc vào độ cứng vững của chi tiết khi kẹp chặt. Ví dụ, khi kẹp chi tiết gia công dạng trục một đầu (kẹp côngxôn), độ nhám bề mặt tăng dần từ đầu được kẹp chặt sang đầu không được

kẹp chặt. Khi chi tiết gia công được chống tâm hai đầu thì độ nhám bề mặt tăng dần từ hai đầu tới tâm của chi tiết (nếu tỉ lệ giữa chiều dài 1 và đường kính d phôi $^{l}/_{d} \leq 15$).

2.7. Phương pháp đảm bảo chất lượng bề mặt

Để đảm bảo chất lượng bề mặt gia công, trước hết phải chuẩn bị hệ thống công nghệ thật tốt, đặc biệt ở khâu gia công tinh. Mục tiêu ở đây là xác định và áp dụng có hiệu quả các biện pháp công nghệ nhằm cải thiện chất lượng bề mặt về các yếu tố như: độ nhám (độ nhẵn bóng) bề mặt, chiều sâu và mức độ biến cứng bề mặt, ứng suất dư của lớp bề mặt.

2.7.1. Phương pháp đạt độ bóng bề mặt

Có thể chọn phương pháp gia công với chế độ cắt S, V, t hợp lý để tạo ra độ bóng (độ nhám) bề mặt theo yêu cầu. Bảng 2.2 cho biết các phương pháp gia công cơ có khả năng tạo ra các cấp độ bóng tương ứng.

Bảng 2.2. Phương pháp gia công cơ và độ bóng tương ứng

Phương pháp gia công	Cấp độ bóng
Tiện, bào thô	3
Tiện, bào tinh	4 ÷ 6
Tiện, bào rất tinh	6 ÷ 7
Phay thô	4
Phay tinh	5 ÷ 7
Khoan, khoét	3 ÷ 6
Doa	6 ÷ 8
Chuốt	6 ÷ 7
Chuốt tinh	7 ÷ 8
Mài thô	5 ÷ 6
Mài tinh	7 ÷ 8
Mài rất tinh	9 ÷ 10
Mài nghiền	9 ÷ 13
Mài khôn	7 ÷ 10
Mài siêu tinh xác	10 ÷ 14
Đánh bóng bằng bột mài	11 ÷ 13
Đánh bóng bằng vải	12 ÷ 14

2.7.2. Phương pháp đạt độ cứng bề mặt

Độ cứng bề mặt (mức độ và chiều sâu biến cứng) phụ thuộc vào các phương pháp gia công và các thông số hình học của dao. Bảng 2.3 cho biết các phương pháp gia công có khả năng tạo ra mức độ và chiều sâu biến cứng khác nhau.

Bảng 2.3. Mức độ và chiều sâu biến cứng của các phương pháp gia công

Phương pháp gia công	Mức độ biến cứng (%)	Chiều sâu biến cứng (μm)
Tiện thô	120 ÷ 150	30 ÷ 50
Tiện tinh	140 ÷ 180	20 ÷ 60
Phay bằng dao phay mặt đầu	140 ÷ 160	40 ÷ 100
Phay bằng dao phay trụ	120 ÷ 140	40 ÷ 80
Khoan và khoét	160 ÷ 170	180 ÷ 200
Doa	150 ÷ 160	150 ÷ 200
Chuốt	150 ÷ 200	20 ÷ 75
Phay lăn răng và xọc răng	160 ÷ 200	120 ÷ 150
Cà răng	120 ÷ 180	80 ÷ 100
Mài tròn thép chưa nhiệt luyện	140 ÷ 160	30 ÷ 60
Mài tròn ngoài thép ít cacbon	160 ÷ 200	30 ÷ 60
Mài tròn ngoài thép nhiệt luyện	125 ÷ 130	20 ÷ 40
Mài phẳng	150	16 ÷ 25

2.7.3. Phương pháp đạt ứng suất dư bề mặt

Quá trình hình thành ứng suất dư bề mặt khi gia công phụ thuộc vào biến dạng đàn hồi, biến dạng dẻo, biến đổi nhiệt và hiện tượng chuyển pha trong cấu trúc kim loại. Quá trình này rất phức tạp.

Khi gia công bằng dụng cụ cắt có lưỡi, quá trình hình thành ứng suất dư trên bề mặt phụ thuộc vào biến dạng đàn hồi của vật liệu gia công và dụng cụ cắt, đồng thời cũng phụ thuộc vào dụng cụ cắt, thông số hình học của dao và dung dịch trơn nguội.

Như ta đã biết, ứng suất dư nén có ảnh hưởng tốt đến độ bền của chi tiết máy, còn ứng suất dư kéo có ảnh hưởng ngược lại.

Khi bào, muốn đạt ứng suất dư nén thì dao phải có góc trước γ âm.

Các thành phần khác nhau trên bề mặt gia công chi tiết máy thường có ứng suất dư khác nhau về trị số dấu, nên ảnh hưởng của chế độ cắt, của thông số hình học của dụng cụ cắt, của dung dịch trơn nguội đối với ứng suất dư khác nhau.

Dựa vào những kết quả nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến ứng suất dư trong lớp bề mặt của chi tiết gia công có thể kết luận sơ bộ như sau:

- Tăng tốc độ cắt (V) hoặc tăng lượng chạy dao (S) cũng có thể tăng hoặc giảm ứng suất dư trên bề mặt gia công của chi tiết máy.

- Lượng chạy dao (S) làm tăng chiều sâu có ứng suất dư.

- Góc trước (γ) có trị số âm gây ra ứng suất dư nén (ứng suất dư có lợi).

- Gia công vật liệu giòn bằng dụng cụ cắt có lưỡi gây ra úng suất dư nén, còn gia công bằng vật liệu dẻo thường gây ra ứng suất kéo.

- Gia công bằng đá mài thường gây ra ứng suất dư kéo, còn gia công bằng đá mài thường tạo ra ứng suất dư nén.

2.8. Phương pháp đánh giá chất lượng bề mặt

2.8.1. Đánh giá độ nhám bề mặt

Để đánh giá độ nhám bề mặt người ta dùng các phương pháp sau đây:

- Phương pháp quang học (dùng kính hiển vi Linich).

- Phương pháp đo độ nhám R_a, R_z và R_{max} bằng máy đo profin.

- Phương pháp so sánh bằng mắt. Trong các phân xưởng sản xuất người ta mang vật mẫu so sánh với bề mặt gia công và kết luận xem bề mặt gia công đạt độ bóng cấp nào (phương pháp này cho phép xác định đươc cấp bóng từ 3 đến 7).

2.8.2. Đánh giá mức độ và chiều sâu biến cứng

Để đánh giá mức độ và chiều sâu biến cứng người ta chuẩn bị một mẫu kim cương rồi đưa mẫu này lên kiểm tra ở máy đo độ cứng.

Nguyên lý kiểm tra như sau: dùng đầu kim cương tác động lên bề mặt mẫu một lực P, sau đó xác định diện tích bề mặt do mẫu kim cương ấn xuống.

Độ biến cứng được xác định theo công thức:

$$H_v = \frac{P}{S}$$

Ở đây: H_v - độ biến cứng (N/mm^2).

P – lực tác dụng của đầu kim cương (N);

S – diện tích bề mặt do đầu kim cương ấn xuống (mm^2).

Để đo chiều sâu biến cứng, dùng đầu kim cương tác động lần lượt xuống bề mặt từ ngoài vào trong, sau mỗi lần tác động lại xác định diện tích bị lún S cho đến khi diện S không thay đổi thì dừng lại và đo được chiều sâu biến cứng.

2.8.3. Đánh giá ứng suất dư

Để đánh giá (xác định) ứng suất dư người ta thường dùng các phương pháp sau đây:

a. Phương pháp tia Rơnghen.

Dùng tia Rơnghen kích thích trên bề mặt mẫu một lớp dày 5 ÷ 10 μm và sau mỗi lần kích thích ta chụp ảnh đồ thị Rơnghen. Phương pháp này cho phép đo được cả chiều sâu biến cứng. Tuy nhiên, phương pháp này rất phức tạp và tốn nhiều thời gian cho điều chỉnh đồ thị Rơnghen (mất khoảng 10 giờ trong một lần đo).

b. Tính toán lượng biến dạng

Sau khi hớt từng lớp mỏng kim loại bằng phương pháp hoá học và điện cơ khí ta tính toán lượng biến dạng của chi tiết mẫu. Dựa vào lượng biến dạng này ta xác định được ứng suất dư. Cũng có thể dùng tia Rơnghen để đo khoảng cách giữa các phần tử trong lớp kim loại biến dạng và không biến dạng. Với khoảng cách này có thể xác định được ứng suất dư.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 2

1. Kể tên các yếu tố ảnh hưởng đến nhám bề mặt. Trình bày ảnh hưởng của các thông số mang tính chất in dập hình học của dụng cụ cắt, chế độ cắt và rung động của hệ thống công nghệ.

2. Kể tên các yếu tố ảnh hưởng đến nhám bề mặt. Trình bày ảnh hưởng của biến dạng dẻo lớp bề mặt.

3. Trình bày phương pháp đánh giá chất lượng bề mặt (đánh giá độ nhám bề mặt, đánh giá mức độ và chiều sâu biến cứng, đánh giá ứng suất dư).

Tải tài liệu tại đây

Chương 2. CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT GIA CÔNG
2.1. Khái niệm về chất lượng bề mặt gia công
2.2. Độ nhám bề mặt
2.3. Ảnh hưởng của độ nhám bề mặt tới tính chất sử dụng của chi tiết máy
2.4. Ảnh hưởng của biến cứng bề mặt tới tính chất sử dụng của chi tiết máy
2.5. Ảnh hưởng của ứng suất dư bề mặt tới tính chất sử dụng của chi tiết máy
2.6. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt gia công
2.6.1. Thông số hình học của dụng cụ cắt
2.6.2. Ảnh hưởng của tốc độ cắt
2.6.3. Ảnh hưởng của lượng chạy dao
2.6.4. Ảnh hưởng của chiều sâu cắt
2.6.5. Ảnh hưởng của vật liệu gia công
2.6.6. Ả nh hưởng của rung động của hệ thống công nghệ
2.7. Phương pháp đảm bảo chất lượng bề mặt
2.7.1. Phương pháp đạt độ bóng bề mặt
2.7.2. Phương pháp đạt độ cứng bề mặt
2.7.3. Phương pháp đạt ứng suất dư bề mặt
2.8. Phương pháp đánh giá chất lượng bề mặt
2.8.1. Đánh giá độ nhám bề mặt
2.8.2. Đánh giá mức độ và chiều sâu biến cứng
2.8.3. Đánh giá ứng suất dư