

Chương 3 CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT CHI TIẾT GIA CÔNG

3.1. CÁC YẾU TỐ ĐẶC TRƯNG CỦA CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT GIA CÔNG

Chất lượng bề mặt gia công được đánh giá bằng:

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

Chất lượng bề mặt được tạo thành bởi tính chất kim loại và phương pháp gia công.

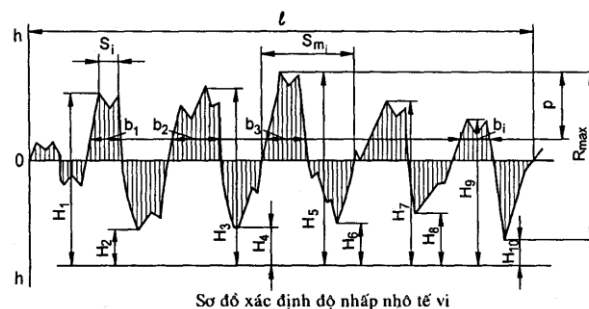
Khi gia công cơ, dưới tác dụng của lưỡi cắt, dụng cụ trên bề mặt tạo thành vết lồi lõm và cấu trúc lớp bề mặt cũng thay đổi (biến dạng dẻo và tạo thành biến cứng đồng thời xuất hiện ứng suất dư)

Các sai số của bề mặt gia công:

- Sai số hình dáng (độ ovan, độ côn ...)
- Độ sóng bề mặt
- Độ nhám bề mặt

Chất lượng bề mặt gia công phụ thuộc:

- Tính chất vật liệu gia công
- Phương pháp gia công
- Chế độ cắt
- Độ cứng vững hệ thống công nghệ
- Thông số hình học của dao
- Dung dịch trơn nguội



Sơ đồ xác định độ nhấp nhô tế vi

3.1.1. Tính chất hình học của bề mặt gia công

1. Độ nhấp nhô tế vi (độ nhám bề mặt):

Là tập hợp tất cả những bề lồi, lõm với bước cực nhỏ và được quan sát trên một quãng ngắn tiêu chuẩn l ($l = 0,01$ đến 25 mm).

R_a : là trung bình cộng của khoảng cách từ n điểm trên đường nhấp nhô đến đường trung bình, nhưng chỉ lấy trị số tuyệt đối trong khoảng chiều dài chuẩn l .

$$R_a = \frac{|y_1| + |y_2| + \dots + |y_n|}{n} (\mu m)$$

R_z : là giá trị trung bình của 5 đỉnh cao nhất đến 5 đáy thấp nhất của nhấp nhô trong khoảng chiều dài chuẩn l .

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 + h_5 + h_7 + h_9) - (h_2 + h_4 + h_6 + h_8 + h_{10})}{5} (\mu m)$$

CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT	CẤP NHẢN BÓNG	R_a (μm)	R_z (μm)	CHIỀU DÀI CHUẨN
Thô	1	80	320	8
	2	40	160	
	3	20	80	
	4	10	40	
Bán tinh	5	5	20	2,5
	6	2,5	10	
	7	1,25	6,3	
Tinh	8	0,63	3,2	0,025
	9	0,32	1,6	
	10	0,16	0,8	
	11	0,08	0,4	

Siêu tinh	12	0,04	0,2	0,08
	13	0,02	0,08	
	14	0,01	0,05	

2. Độ sóng bề mặt:

Độ sóng bề mặt là chu kỳ không bằng phẳng của bề mặt chi tiết máy được quan sát trong phạm vi lớn hơn độ nhám bề mặt (1 – 10 mm).

Độ nhám bề mặt ứng với tỷ lệ:

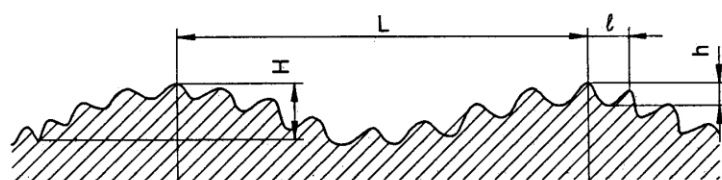
$$\frac{l}{h} = 0 \div 50$$

(l: khoảng cách giữa 2 đỉnh nhấp nhô liên tiếp, h: chiều cao của 1 nhấp nhô)

Độ sóng bề mặt ứng với tỷ lệ:

$$\frac{L}{H} = 50 \div 1000$$

(H: chiều cao của sóng, L: bước sóng)



3.1.2. Tính chất cơ lý của bề mặt gia công

Tính chất cơ lý lớp bề mặt được biểu thị bằng:

1. Lớp biến cứng bề mặt.

Độ cứng tế vi bề mặt sinh ra trong quá trình gia công dưới tác dụng của lực cắt.

2. Ứng suất dư trong lớp bề mặt.

Ứng suất dư trong lớp bề mặt do lực cắt gây biến dạng dẻo không đều ở từng khu vực, do nhiệt ở vùng cắt.

Trị số dấu và chiều sâu phân bố ứng suất dư trong lớp bề mặt phụ thuộc vào các điều kiện gia công cụ thể

3.2. ẢNH HƯỞNG CỦA CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT TỚI KHẢ NĂNG LÀM VIỆC CỦA CHI TIẾT MÁY

3.2.1. Ảnh hưởng đến tính chống mòn

1. Ảnh hưởng của độ nhám bề mặt

Do bề mặt chi tiết có độ nhấp nhô, nên khi 2 chi tiết lắp ghép, các đỉnh nhấp nhô sẽ tiếp xúc nhau. Tại các đỉnh nhấp nhô áp lực lớn do diện tích tiếp xúc nhỏ làm cho các điểm tiếp xúc nén đàn hồi và biến dạng dẻo các nhấp nhô.

Khi 2 bề mặt có chuyển động tương đối với nhau sẽ xảy ra hiện tượng trượt dẻo ở các đỉnh nhấp nhô. Các đỉnh nhấp nhô bị mòn nhanh làm khe hở lắp ghép tăng lên, được gọi là hiện tượng mòn ban đầu.

Trong điều kiện làm việc nhẹ và vừa, mòn ban đầu có thể làm cho chiều cao nhấp nhô giảm đi 65-75%, lúc đó diện tích tiếp xúc thực tăng lên, áp suất tiếp xúc giảm xuống.

Mòn ban đầu ứng với thời gian chạy rà kết cấu cơ khí.

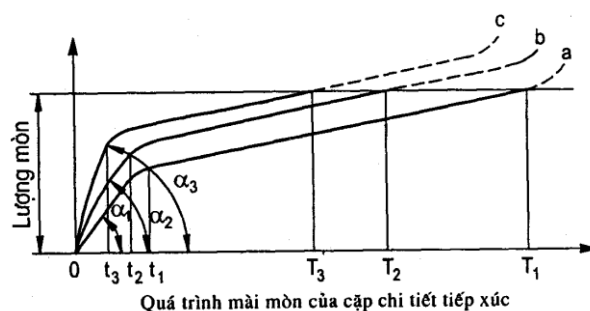
Sau giai đoạn mòn chạy rà, quá trình mòn trở nên bình thường và chậm, giai đoạn này gọi là mòn làm việc

Sau mòn làm việc bề mặt làm việc bị tróc ra, kết cấu bề mặt bị phá hủy, phá hỏng, giai đoạn này gọi là mòn phá hủy. Đối với chi tiết máy trước khi bị mòn phá hủy xảy ra, bề mặt làm việc còn có thể phục hồi, còn sau khi mòn phá hủy xảy ra

chi tiết không thể phục hồi được khả năng làm việc.

Trên hình biểu thị mối quan hệ giữa lượng mòn và thời gian sử dụng của 3 cặp chi tiết có độ nhám khác nhau, **cặp c** có độ nhám **lớn nhất**, thời gian mòn ban đầu xảy ra nhanh nhất, thời gian sử dụng ngắn nhất

Như vậy giá trị độ nhám bề mặt ảnh hưởng đến tuổi thọ của chi tiết máy. Độ nhẵn bóng cao thì thời gian làm việc càng dài. Tuy vậy tùy theo điều kiện làm việc cụ thể để chọn độ nhám bề mặt tối ưu.



Độ nhám bề mặt giảm làm tăng độ bền mỏi của chi tiết gia công

Ví dụ: Bề mặt vật liệu thép được đánh bóng có độ bền mỏi cao hơn 40% so với bề mặt không được đánh bóng.

2. Ảnh hưởng lớp biến cứng bề mặt

Lớp biến cứng bề mặt có tác dụng nâng cao tính chống mòn, hạn chế sự khuếch tán oxy trong không khí vào bề mặt chi tiết máy để tạo thành các oxyt kim loại (các oxyt này có tác dụng ăn mòn kim loại).

Hiện tượng biến cứng bề mặt chi tiết máy làm hạn chế quá trình biến dạng dẻo toàn phần của chi tiết máy, hiện tượng chảy, hiện tượng mài mòn của kim loại và hạn chế khả năng gây ra các vết nứt làm phá hỏng chi tiết. Tuy nhiên, bề mặt quá cứng cũng làm giảm độ bền mỏi.

3. Ảnh hưởng của ứng suất dư

Ứng suất dư nén trên lớp bề mặt có khả năng làm tăng độ bền mỏi, còn ứng suất dư kéo trên lớp bề mặt sẽ 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% khi 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

3.2.2. Ảnh hưởng tới độ bền mỏi của chi tiết gia công

1. Ảnh hưởng của độ nhám bề mặt

Độ nhám bề mặt có ảnh hưởng đến độ bền mỏi của chi tiết máy, nhất là khi chi tiết máy chịu tải trọng chu kỳ có đổi dấu, vì ở đáy các nhấp nhô tế vi có ứng suất tập trung với trị số lớn, có khi trị số này vượt quá giới hạn mỏi của vật liệu

Ứng suất tập trung này sẽ gây ra các vết nứt tế vi ở đáy các nhấp nhô, đó là nguồn gốc gây phá hỏng chi tiết máy.

Khi tiện thép 45 theo hai yêu cầu khác nhau về độ nhám bề mặt thì sẽ nhận được hai giới hạn mỏi khác nhau.

- Ứng với chiều cao nhấp nhô tế vi $R_z = 75 \mu m$ thì có giới hạn mỏi là: $\Phi_{-1} = 195 MN/m^2$ ($195 N/mm^2$).

- Ứng với chiều cao nhấp nhô tế vi $R_z = 2 \mu m$ thì có giới hạn mỏi là: $\Phi_{-1} = 282 MN/m^2$ ($282 N/mm^2$).

Nghĩa là ở trường hợp độ nhám bề mặt thấp (độ nhẵn bóng bề mặt cao) thì giới hạn mỏi của vật liệu tăng khoảng 50%.

Mặt khác, độ bền của chi tiết máy cũng sẽ tăng khi chi tiết chịu tải trọng va đập, nếu độ nhám bề mặt thấp.

Đối với thép CT5 nếu giảm độ nhám bề mặt từ $R_z = 100 \mu m$ xuống $R_z = 0,1 \mu m$ thì độ bền chịu va đập có thể tăng 17%.

2. Ảnh hưởng của lớp biến cứng bề mặt

Bề mặt bị biến cứng có thể làm tăng độ bền mỏi khoảng 20%.

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 hạn chế khả năng gây ra các vết nứt tế vi làm phá hỏng chi tiết, nhất là khi bề mặt chi tiết có ứng suất dư nén.

Khi chi tiết máy làm việc ở môi trường có nhiệt độ cao, dưới tác dụng nhiệt quá trình khuếch tán các phân tử kim loại trong lớp bề mặt sẽ tăng lên, làm giảm độ bền mỏi của chi tiết máy.

3. Ảnh hưởng của ứng suất dư trong lớp bề mặt

Ứng suất dư nén trên lớp bề mặt có tác dụng nâng cao độ bền mỏi

Còn ứng suất dư kéo lại hạ thấp độ bền mỏi của chi tiết máy.

Ảnh hưởng của ứng suất dư bề mặt đối với độ bền mỏi của chi tiết máy, xét về trị số và dấu của ứng suất dư. Có thể xác định bằng mối quan hệ theo thực nghiệm sau: $\Phi_{1b} = \Phi_{1a} - \alpha \cdot \Phi_{1d}$

Trong đó:

Φ_{1b} : Giới hạn mỏi khi có ứng suất dư bề mặt

Φ_{1a} : Giới hạn mỏi khi không có ứng suất dư bề mặt

Φ_{1d} : Ứng suất dư lớn nhất, kể cả dấu, ở lớp bề mặt

α : Hệ số phụ thuộc loại vật liệu của chi tiết.

Công thức thực nghiệm trên cho biết nếu ứng suất dư bề mặt có trị số thay đổi trong phạm vi từ +500 đến -500 N/mm² thì giới hạn mỏi của chi tiết máy thay đổi gần gấp hai lần.

Mối quan hệ đó chỉ đúng trong trường hợp chi tiết máy làm việc ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ mà ứng suất dư bị triệt tiêu.

Nếu chi tiết máy làm việc lâu ở nhiệt độ cao thì ảnh hưởng của ứng suất dư lớp bề mặt tới độ bền mỏi của vật liệu sẽ giảm.

3.2.3. Ảnh hưởng tới tính chống ăn mòn hóa học của lớp bề mặt của chi tiết

1. Ảnh hưởng của độ nhám bề mặt

Độ nhám bề mặt còn ảnh hưởng đến tính chống ăn mòn hoá học của lớp bề mặt các chỗ lõm (đáy các nhấp nhô tế vi) là nơi chứa các tạp chất axit, muối. Các tạp chất này có tác dụng ăn mòn hoá học đối với kim loại. Quá trình ăn mòn hóa học trên lớp bề mặt làm cho các nhấp nhô mới được hình thành.

Sự ăn mòn thực hiện theo chiều mũi tên và hình thành nhấp nhô mới.

Như vậy, bề mặt chi tiết máy có độ nhẵn bóng càng cao thì càng lâu bị ăn mòn hoá học.

Có thể chống ăn mòn hoá học bằng cách mạ niken, crom ... hoặc tạo ra lớp cứng nguội bề mặt. độ chính xác của mỗi lớp ghép phụ thuộc vào chất lượng các bề mặt lắp ghép.

Độ bền các mối lắp, độ ổn định của chế độ lắp phụ thuộc vào độ nhám bề mặt lắp ghép

Giá trị hợp lý của chiều cao nhấp nhô Rz được xác định theo độ chính xác của mối lắp

Khi đường kính lắp ghép >50mm, thì $R_z = (0,1 - 0,15)\delta$

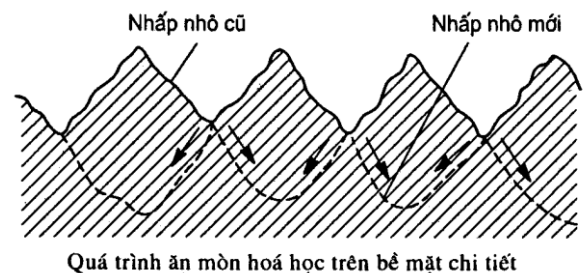
Khi đường kính lắp ghép từ 18 - 50mm, thì $R_z = (0,15 - 0,2)\delta$

Khi đường kính lắp ghép <18mm, thì $R_z = (0,2 - 0,25)\delta$

2. Ảnh hưởng của lớp biến cứng bề mặt

Lớp biến cứng bề mặt có tác dụng nâng cao tính chống mòn, hạn chế sự khuếch tán oxy trong không khí vào bề mặt chi tiết máy để tạo thành các oxyt kim loại (các oxyt này có tác dụng ăn mòn kim loại).

Hiện tượng biến cứng bề mặt chi tiết máy làm hạn chế quá trình biến dạng dẻo toàn phần của chi tiết máy, hiện tượng chảy, hiện tượng mài mòn của kim loại và hạn chế khả năng gây ra các vết nứt làm phá hỏng chi tiết. Tuy nhiên, bề mặt quá cứng cũng làm giảm độ bền mỏi.



3.2.4. Ảnh hưởng tới độ chính xác các mối ghép

Độ chính xác các mối lắp ghép trong kết cấu cơ khí phụ thuộc chất lượng các bề mặt lắp ghép.

Độ bền các mối lắp ghép, trong đó có độ ổn định của chế độ lắp ghép giữa các chi tiết, phụ thuộc vào độ nhám của các bề mặt lắp ghép.

Ở đây, chiều cao nhấp nhô tế vi R_z tham gia vào trường dung sai chế tạo chi tiết máy:

- Đối với lỗ thì dung sai của kích thước đường kính sẽ giảm một lượng là $2R_z$.
- Đối với trục thì lại tăng thêm $2R_z$

Trong giai đoạn mòn ban đầu (giai đoạn chạy rà) chiều cao nhấp nhô tế vi R_z , đối với mối lắp ghép lỏng, có thể giảm đi 65% - 75% làm khe hở lắp ghép tăng lên và độ chính xác lắp ghép giảm đi.

Như vậy, đối với các mối lắp ghép lỏng, để đảm bảo độ ổn định của mối lắp trong thời gian sử dụng, trước hết phải giảm độ nhấp nhô tế vi (giảm độ nhám, tăng độ nhẵn bóng bề mặt), thông qua cách giảm trị số chiều cao nhấp nhô R_z

Giá trị hợp lý của chiều cao nhấp nhô R_z được xác định theo độ chính xác của mối lắp, tùy theo trị số của dung sai kích thước lắp ghép.

Ví dụ:

Nếu đường kính lắp ghép > 50 mm thì $R_z = (0,1 \div - 0,15)\delta$

Nếu đường kính lắp ghép từ 18 - 50 mm thì $R_z = (0,15 - 0,2)\delta$

Nếu đường kính lắp ghép < 18 mm thì $R_z = (0,2 - 0,25)\delta$

Độ bền của mối lắp chặt (mối lắp có độ dôi) có quan hệ trực tiếp với độ nhám của bề mặt lắp ghép.

Chiều cao nhấp nhô tế vi R_z tăng thì độ bền của mối lắp ghép có độ dôi (mối lắp chặt) giảm.

Chẳng hạn như ở vành bánh xe lửa, độ bền mối lắp ứng với chiều cao nhấp nhô tế vi R_z là $36,5\mu\text{m}$ sẽ thấp hơn khoảng 40% so với độ bền cũng của mối lắp đó ứng với R_z là $18\mu\text{m}$. Vì độ dôi ở mối lắp ghép sau nhỏ hơn ở mối lắp ghép trước khoảng 15%.

Tóm lại, chất lượng của bề mặt chi tiết máy có ảnh hưởng nhiều đến khả năng làm việc và các mối lắp ghép của chi tiết máy trong kết cấu cơ khí

Tất nhiên, mối quan hệ này rất phức tạp, cần phải được tiếp tục khảo sát có hiệu quả hơn thông qua các công trình nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm sát đúng để từ đó tìm biện pháp tác động tích cực đến chất lượng bề mặt, góp phần nâng cao khả năng làm việc và đảm bảo chất lượng các mối lắp ghép chi tiết máy.

Về phương diện công nghệ chế tạo máy cần đi sâu phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt chi tiết máy.

3.3 CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT

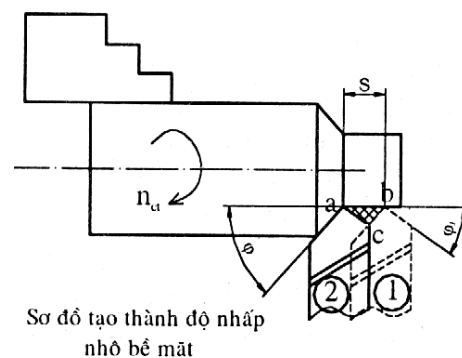
3.3.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt

1. Các yếu tố ảnh hưởng do dụng cụ cắt và chế độ cắt (Thông số hình học của dụng cụ cắt và bước tiến dao)

Khảo sát sự hình thành độ nhấp nhô bề mặt khi gia công tiện nhận thấy: sau một vòng quay của chi tiết, dao thực hiện một lượng ăn dao là S (mm/v).

Khi dao chuyển từ vị trí 1 sang vị trí 2 có một phần kim loại không được hớt đi là tam giác abc và giá trị chiều cao nhấp nhô R_z chính là đường cao của tam giác abc.

Ta thấy hình dáng và giá trị R_z phụ thuộc vào lượng chạy dao S



và thông số hình học của dụng cụ như φ_1 , φ .

Hình a và b: biểu hiện sự thay đổi bước tiến làm giảm Rz.

c : thay đổi φ và φ_1 làm thay đổi Rz và hình dạng nhấp nhô

d : bán kính dao r thì hình dạng nhấp nhô là dạng tròn

e : bán kính dao r tăng lên chiều cao Rz giảm

Vận tốc cắt: Vận tốc cắt có ảnh hưởng rất lớn đến độ nhám bề mặt.

Ví dụ: khi cắt thép cacbon ở vận tốc 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 vận tốc lên khoảng 15 - 20m/ph thì nhiệt cắt và lực cắt tăng gây ra biến dạng dẻo mạnh ở mặt trước và mặt sau của dao. Khi lớp kim loại bị nén chặt ở mặt trước và nhiệt độ cao làm hình thành lẹo dao. Lẹo dao có độ cứng cao và tham gia vào quá trình cắt làm thay đổi góc trước γ làm độ nhám bề mặt tăng lên.

Nhưng nếu tiếp tục tăng vận tốc cắt lên >60m/ph, lẹo dao mất đi, độ nhám bề mặt giảm dần.

Khi gia công kim loại giòn (như gang) các mảnh kim loại bị trượt và vỡ ra không theo quy luật nhất định, do đó làm tăng độ nhấp nhô bề mặt, nên tăng vận tốc cắt sẽ làm giảm độ nhấp nhô.

2. Các yếu tố ảnh hưởng phụ thuộc biến dạng dẻo của lớp bề mặt (Vật liệu gia công)

Vật liệu gia công ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt, chủ yếu là do khả năng biến dạng dẻo. Vật liệu dẻo, dai bị biến dạng dẻo sẽ làm cho độ nhám bề mặt tăng hơn so với vật liệu cứng và giòn.

Độ cứng của vật liệu gia công tăng thì độ nhám bề mặt giảm và hạn chế ảnh hưởng của vận tốc cắt tới độ nhám bề mặt.

Ví dụ: trước khi cắt gọt người ta thường tiến hành thường hoá thép cacbon ở nhiệt độ 850°C - 870°C thì độ nhám bề mặt sau gia công giảm (độ bóng tăng lên).

3. Ảnh hưởng do rung động của hệ thống công nghệ

Quá trình rung động của 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 độ nhấp nhô tế vi trên bề mặt gia công. Độ sóng và độ nhấp nhô tế vi sẽ tăng nếu lực cắt tăng, chiều sâu cắt lớn, vận tốc cắt cao. Do vậy, muốn tăng độ nhẵn bóng bề mặt phải tăng cường độ cứng của hệ thống công nghệ.

3.3.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ biến cứng bề mặt

Khi tăng lực cắt và mức độ biến dạng dẻo thì mức độ biến cứng của bề mặt tăng. Nếu kéo dài thời gian tác dụng lực thì làm tăng chiều sâu lớp biến cứng.

Khi tiện, mức độ và chiều sâu biến cứng tăng khi tăng lượng tiến dao S và bán kính dao r

Thông số hình học của dao cũng ảnh hưởng đến mức độ biến cứng.

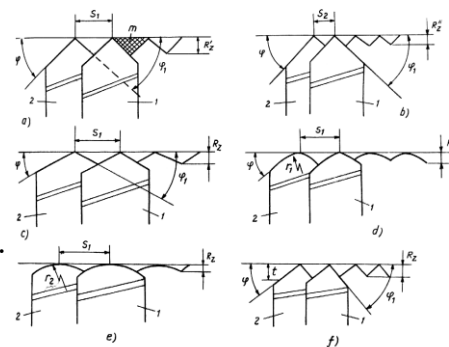
Ví dụ: khi tăng góc trước γ của dao từ giá trị âm đến giá trị dương thì mức độ và chiều sâu biến cứng giảm. Vận tốc tăng làm giảm thời gian tác động của lực cắt và nhiệt cắt, do vậy làm giảm mức độ và chiều sâu lớp biến cứng.

3.3.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến ứng suất dư bề mặt

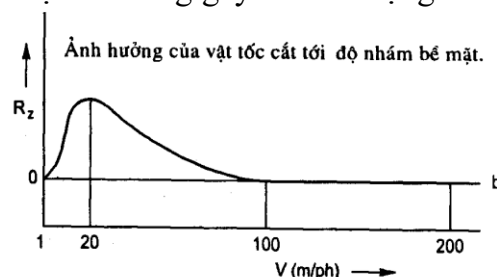
Dựa vào kết quả thu được trong quá trình nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến ứng suất dư lớp bề mặt, ta nhận thấy rằng:

_ Nếu tăng lượng tiến dao S sẽ làm tăng chiều sâu ứng suất dư.

_ Góc trước γ có trị số âm gây ra ứng suất dư nén.



Ảnh hưởng của hình dạng hình học của dụng cụ cắt và chế độ cắt đến nhấp nhô bề mặt khi tiện



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

— Gia công bằng đá mài thường gây ra ứng suất dư kéo. Gia công bằng đai mài gây ra ứng suất dư nén.

3.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP BẢO ĐẢM CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT

3.4.1. Điều khiển các phương pháp cắt nhằm đạt chất lượng bề mặt cao nhất

Chất lượng bề mặt chi tiết máy là một chỉ tiêu rất quan trọng đối với quá trình gia công chi tiết máy, nhất là ở giai đoạn gia công tinh.

Để đảm bảo chất lượng bề mặt gia công, trước hết phải chuẩn bị hệ thống công nghệ thật tốt, đặc biệt là 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:

- Độ nhám
- Chiều sâu biến cứng
- Mức độ biến cứng
- Ứng suất dư của lớp bề mặt chi tiết máy.

Những biện pháp công nghệ đã được kiểm nghiệm có hiệu quả nhằm cải thiện chất lượng bề mặt chi tiết máy khi gia công bằng dụng cụ cắt thường (dụng cụ có lưỡi) và gia công bằng đá mài được tổng kết ở bảng 2- 2 và 2- 3.

Mặt khác, khi thiết kế quá trình gia công bề mặt chi tiết máy, cần phải xét khả năng đạt được cấp độ nhẵn bóng bề mặt của từng phương pháp gia công (bảng 2- 4).

Bảng 2-2. Biện pháp cải thiện chất lượng bề mặt gia công chi tiết máy bằng dụng cụ cắt thường (dụng cụ có lưỡi)

Yếu tố ảnh hưởng	Biện pháp làm giảm chiều cao nhấp nhô tổ vi (R_z) và giảm chiều sâu biến cứng (t_c)
- Vật liệu gia công - Lượng tiến dao S, S_z - Chiều sâu cắt - Vận tốc cắt v - Vật liệu dụng cụ cắt - Dung dịch trơn nguội - Thông số hình học của dụng cụ cắt: góc trước γ góc sau α bán kính mũi dao r - Độ mòn dụng cụ u	- Sức bền cao, giới hạn chảy cao, nhiều cacbon, độ cứng cao. - Giá trị S, S_z nhỏ (giá trị nhỏ nhất khoảng 0,03 mm/vòng) - Giá trị của chiều sâu cắt nhỏ (giá trị nhỏ nhất khoảng 0,01 mm) - Giá trị của vận tốc cắt tăng, giá trị nhỏ nhất, tùy cặp vật liệu gia công và vật liệu dụng cụ (ví dụ: tiện tinh thép bằng dao thép gió hoặc dao gốm $v_{\min}$ khoảng = 300 ÷ 500 m/ph) - Độ cứng nóng (chịu nhiệt) tăng, khả năng chịu nhiệt của dụng cụ tăng theo thứ tự sau: thép gió, hợp kim cứng, gốm, kim cương. - Độ nhớt tăng theo thứ tự: nước, dầu. - Góc trước lớn dần - Góc sau lớn dần - Bán kính mũi dao r nhỏ - Độ mòn dụng cụ (u) nhỏ

Bảng 2-3. Biện pháp cải thiện chất lượng bề mặt khi mài

Yếu tố ảnh hưởng	Biện pháp làm giảm chiều cao nhấp nhô tổ vi (R_z) và giảm chiều sâu biến cứng (t_c)
- Vật liệu gia công - Lượng tiến đá: + ngang S_n + dọc S_d - Tốc độ chi tiết gia công v_c - Chiều sâu cắt - Vận tốc cắt của đá mài v_d - Tỷ lệ vận tốc q $q = v_d/v_{ct}$ - Hoa lửa - Chất làm lạnh - Kết cấu đá mài: độ hạt, dạng dính kết, độ cứng dính kết	- Sức bền tăng, độ cứng tăng - Lượng tiến đá ngang (S_n) nhỏ - Lượng tiến đá dọc (S_d) nhỏ - Tốc độ chi tiết lớn - Chiều sâu cắt nhỏ (giá trị nhỏ nhất của chiều sâu cắt khoảng 0,005 mm) - Vận tốc cắt của đá tăng (giá trị nhỏ nhất khoảng 65 m/ph) - Tỷ lệ vận tốc (q) tăng - Hoa lửa nhiều thì R_z giảm ít - Độ nhớt tăng theo thứ tự: nước, dầu - Độ hạt nhỏ, dạng dính kết phụ thuộc vật liệu gia công, độ cứng dính kết trung bình.

Bảng 2-4. Khả năng đạt độ nhẵn bóng bề mặt của các phương pháp gia công

Phương pháp gia công	Độ nhẵn bóng bề mặt gia công	
	$R_z(\mu m)$	Cấp nhẵn bóng
Cạo 1 ÷ 3 điểm/cm ²	10 ÷ 40	4 ÷ 6
3 ÷ 5 điểm/cm ²	2,5 ÷ 10	6 ÷ 9
Đánh bóng: bằng vải	0,06 ÷ 0,25	12 ÷ 14
bằng bột	0,06 ÷ 0,4	11 ÷ 13
Nghiền: nghiền thô	2,5 ÷ 10	6 ÷ 9
nghiền bán tinh	0,63 ÷ 4	8 ÷ 10
nghiền tinh	0,04 ÷ 1	10 ÷ 14
Mài siêu tinh	0,05 ÷ 0,8	10 ÷ 14
Mài khôn: mài khôn thường	0,25 ÷ 1	10 ÷ 12
mài khôn có dao động	0,04 ÷ 0,63	11 ÷ 14
Mài thường: mài thô	10 ÷ 40	4 ÷ 6
mài bán tinh	4 ÷ 10	6 ÷ 8
mài tinh	0,1 ÷ 4	8 ÷ 13
Phay: phay thô	40 ÷ 100	3 ÷ 4
phay bán tinh	10 ÷ 40	4 ÷ 6
phay tinh	1,6 ÷ 10	6 ÷ 9
Doa: doa thô	4 ÷ 10	6 ÷ 8
doa tinh	0,4 ÷ 4	8 ÷ 11
Khoan, khoét	10 ÷ 80	3 ÷ 5
Chốt: chuốt thô	2,5 ÷ 10	6 ÷ 9
chuốt tinh	1 ÷ 2,50	8 ÷ 10
Tiện: tiện bóc vỏ	100 ÷ 400	1 ÷ 2
tiện thô	40 ÷ 100	3 ÷ 4
tiện bán tinh	10 ÷ 40	4 ÷ 6
tiện tinh với dao hợp kim cứng	2,5 ÷ 10	6 ÷ 9
tiện tinh với dao kim cương	1 ÷ 2,5	8 ÷ 10
Bào: bào thô	40 ÷ 100	3 ÷ 4
bào tinh	10 ÷ 40	4 ÷ 6
bào tinh mỏng với dao rộng bản	3,2 ÷ 6,3	7 ÷ 8

3.4.2. Điều khiển các thông số công nghệ để đảm bảo đạt chất lượng bề mặt gia công

3.4.3. Nâng cao chất lượng bề mặt bằng các phương pháp gia công biến dạng dẻo

1. Lăn ép bằng bi.

Nếu dùng lăn ép bằng bi có thể gia công được các dạng mặt phẳng, mặt trụ trong, mặt trụ ngoài, thậm chí có thể lăn ép cả các bán kính lượn giữa các bậc của trục.

Dụng cụ để thực hiện các nguyên công này như trình bày trên hình.

Hình a là dụng cụ để lăn ép mặt phẳng, có thể thực hiện trên máy phay với đầy đủ các chuyển động như khi phay mặt phẳng.

Trên hình b là sơ đồ ép ly tâm nhiều bi để gia công mặt tròn ngoài. Loại này dùng để làm chắc những nơi có ứng suất tập trung và chịu tải đổi chiều của chi tiết.

Phương pháp này rất có hiệu quả, có thể nâng cao độ nhẵn bóng bề mặt (giảm độ nhám từ một đến hai cấp. Có thể thực hiện được trên các máy thông thường. Các thông số công nghệ có thể là:

- Độ dôi: 0,05 - 0,8 mm
- Tốc độ của đầu lăn: 20 - 150 m/ph
- Tốc độ của phôi: 30 - 90 m/ph
- Bước tiến: 0,1 - 0,5 mm/vòng
- Đường kính bi: 7-10 mm.

Hình c là dụng cụ lăn ép lỗ nhiều bi không ly tâm.

Các bi 7 được bố trí trong tấm ngăn 6, các bi này tựa trên một vòng có độ côn 5 và chặn bằng hai ổ chặn 8 để xác định vị trí hướng trục. Các ổ chặn được lắp trên đĩa 9 và 4, đồng thời được kẹp chặt bằng trục vít 3. Toàn bộ được lắp trên cán 1 nhờ đai ốc 2. Việc tăng, giảm đường kính dụng cụ được thực hiện bằng cách vặn đai ốc 2 để dịch chuyển bi về phía phải hoặc phía trái.

Hình d là dụng cụ lăn ép có đường kính lớn, dài dùng để lăn ép các xanh thủy lực bằng thép. Đường kính lớn nhất có thể lăn ép bằng dụng cụ này lên tới 200 mm.

Số lượng bi nhiều hay ít là tùy theo yêu cầu gia công, đường kính lỗ lăn ép v. v. . . Tuy vậy số lượng bi thường dùng khoảng 6 - 16 khi đường kính lăn ép trong khoảng 50 - 200 mm.

2. Chà xát bằng mũi kim cương hoặc hợp kim cứng.

Chà sát bằng mũi kim cương hoặc hợp kim cứng là một phương pháp gia công tinh bằng biến dạng dẻo.

Phương pháp này có khả năng dùng trong các điều kiện sản xuất khác nhau, khi các phương pháp khác không thực hiện được.

Trên hình là kết cấu một dụng cụ chà xát bằng mũi kim cương.

Mũi kim cương 4 có tác dụng đàn hồi để gia công mặt trụ ngoài hoặc mặt đầu.

Lực gia công có thể điều chỉnh được nhờ vít 1 và số đo lực được chỉ thị trên đồng hồ 3.

3. Nong lỗ bằng bi hoặc chày nong.

Khi gia công các lỗ thông, có thể chọn bi tiêu chuẩn đúng kích thước cần gia công rồi dùng cơ cấu đơn giản, thực hiện bằng tay hoặc dùng máy, để ép bi qua lỗ hình vẽ.

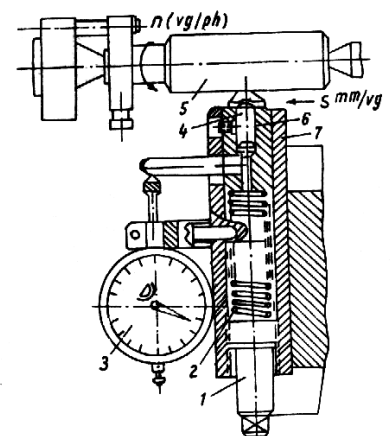
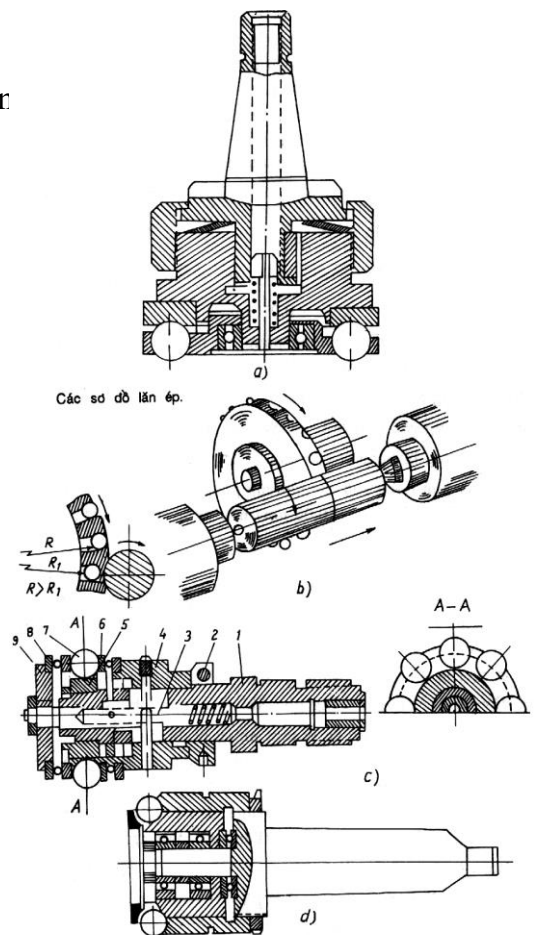
Phương pháp này cho độ thẳng tâm lỗ kém hơn so với một số phương pháp khác như dùng chày đẩy có phần dẫn hướng.

Vì vậy chỉ dùng để gia công lỗ ngắn.

Lỗ sau nong bi có thể đạt độ chính xác cấp 7 và $R_a = 0,2 - 0,1 \mu m$ khi bi có độ chính xác kích thước cấp 6 và bề mặt nhẵn bóng đúng tiêu chuẩn.

Đối với các lỗ khác, có thể nong lỗ bằng chày nong một nấc (bằng cách đẩy hoặc kéo chày) hoặc chày nong nhiều nấc.

Chày nong một nấc chủ yếu dùng để gia công các lỗ nhỏ (hình 5- 78), có thể đạt độ chính xác cấp 7 hoặc cấp 8 và $R_a = 0,8 - 0,4 \mu m$.



Chà sát bằng mũi kim cương:

- 1- Vít điều chỉnh áp lực; 2- Lò xo; 3- Đồng hồ đo; 4- Mũi kim cương; 5- Chi tiết gia công; 6- Ống giữ dụng cụ 7- Ống bọc.

Các chi tiết kỹ thuật của phương pháp này phụ thuộc chủ yếu vào các yếu tố sau:

- Chọn kết cấu chày thích hợp.
- Chọn lượng dư và chế độ ép hợp lý.

Thông thường chày nong có góc côn vào

$\alpha = 3^\circ - 5^\circ$; góc côn ra $\alpha_1 = 4^\circ - 6^\circ$; chiều rộng làm việc $b = 0,5 - 1,2$ mm (tùy theo đường kính chày nong).

Vật liệu làm chày nong có thể là YLOA, Y12A; thép hợp kim XBG, IIX15; thép gió P18, khi tôi đạt độ cứng HRC = 62 - 65.

Để nâng cao tính chống mòn phần làm việc có thể mạ Crôm dày 0,005 - 0,012 mm hoặc thấm nitơ với chiều sâu chừng 0,5 - 0,7 mm.

Làm như vậy tuổi bền của chày có thể nâng lên 2 : 4 lần.

Ngoài ra người ta còn có thể chế tạo phần làm việc của chày nong bằng hợp kim cứng BK8, BK15 để có tuổi bền cao hơn nhiều.

Việc xác định lượng dư nong là vấn đề khó.

Thông thường có thể căn cứ vào đặc tính biến dạng của vật liệu, yêu cầu kỹ thuật của bề mặt gia công để tính toán theo phương pháp giải tích, hoặc căn cứ vào kết quả thực nghiệm, lập nên các đồ thị mà xác định lượng dư nong.

Lượng dư gia công lớn hay nhỏ sẽ tạo nên lực ép lớn hay nhỏ và ảnh hưởng quyết định đến chất lượng gia công.

Khi nong lỗ, chất lượng bề mặt đạt được ít phụ thuộc vào tốc độ ép. Tốc độ này chủ yếu chỉ ảnh hưởng đến năng suất.

Nếu lỗ gia công có đường kính $D = 5 - 30$ mm, dài $L = 5 : 40$ mm (cấp chính xác 7 : 8) thì lượng dư theo đường kính $2Z_b = 0,05 - 0,2$ mm; $D < 5$ mm, $L/d = 2 : 8$, cấp chính xác 7 thì $2Z_b = 0,03 - 0,1$ mm.

Nếu gia công chi tiết gang hoặc thép có đường kính và chiều dài khoảng 30 mm thì $2Z_b = 0,12$ mm; nếu $D < 5$ mm và $L/D = 2 : 7$ (các chi tiết bạc, lỗ bánh răng v.v...) thì $2Z_b = 0,02 - 0,04$ mm.

Ngoài chày nong một nấc người ta còn sử dụng chày nong nhiều nấc.

Chày nong nhiều nấc có nhiều loại hình vẽ.

- Chày nong nhiều nấc tổ hợp cả lưỡi cắt và vòng nong.
- Chày nong nhiều nấc chế tạo liền một khối.
- Chày nong nhiều nấc loại ghép các vòng nong với nhau.

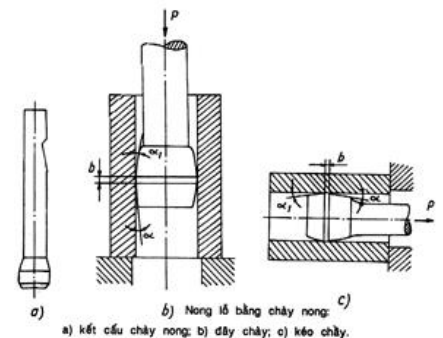
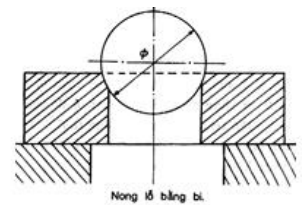
Đối với loại chày như trên hình a, phần lưỡi cắt tương tự như một dao chuốt lỗ.

Các vòng nong được xếp ngay sau lưỡi cắt tinh chỉnh.

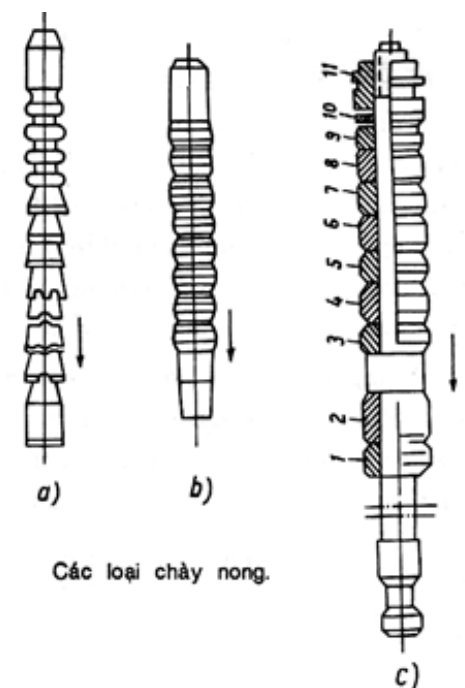
Lượng dư của mỗi vòng nong (độ chênh kích thước của hai vòng nong liên tiếp) không quá 0,03 - 0,04 mm, (thường có từ 4 - 6 vòng nong loại này).

Đôi khi sau những vòng nong nói trên người ta còn làm thêm vòng nong tinh chỉnh có kích thước bằng vòng nong cuối của phần nong.

Như vậy, nhìn chung trong một chày nong (hình b hoặc hình c), các vòng nong được chia làm ba loại hình vẽ.



a) kết cấu chày nong; b) dây chày; c) kéo chày.



Các loại chày nong.

- Các vòng nong ép
- Các vòng nong sửa chỉnh
- Các vòng nong kết thúc.

Tổng số các vòng nong phụ thuộc vào lượng dư gia công và vào độ chênh giữa các vòng liên tiếp.

Ngoài ra, sau khi nong xong bề mặt gia công sẽ có biến dạng đàn hồi, làm cho lỗ bé lại so với kích thước lớn nhất của vòng nong ép (cũng là vòng sửa chỉnh), do đó kích thước vòng sửa chỉnh phải lớn hơn kích thước cần đạt.

Lượng lớn hơn này gọi là lượng dôi. Lượng dôi này phụ thuộc vào lực nong (lượng dư) và tính chất của vật liệu gia công. Trong quá trình nong ép cần tưới dung dịch trơn nguội vào vùng gia công.

Phải căn cứ vào vật liệu gia công để chọn chất bôi trơn. Khi gia công thép có thể dùng dầu máy; gia công gang đúc dùng dầu mazut, dầu hỏa; gia công hợp kim nhôm dùng nước xà phòng v.v...

