

CHƯƠNG 2

CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT CHI TIẾT MÁY

Chất lượng sản phẩm trong ngành chế tạo máy bao gồm chất lượng chế tạo các chi tiết máy và chất lượng lắp ráp chúng thành sản phẩm hoàn chỉnh.

Để đánh giá chất lượng chế tạo các chi tiết máy, người ta dùng 4 thông số cơ bản sau:

- Độ chính xác về kích thước của các bề mặt.
- Độ chính xác về hình dạng của các bề mặt.
- Độ chính xác về vị trí tương quan giữa các bề mặt.
- Chất lượng bề mặt.

Chương này chúng ta nghiên cứu các yếu tố đặc trưng của chất lượng bề mặt, ảnh hưởng của chất lượng bề mặt tới khả năng làm việc của chi tiết máy, các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt và các phương pháp đảm bảo chất lượng bề mặt trong quá trình chế tạo chi tiết máy.

2.1- CÁC YẾU TỐ ĐẶC TRƯNG CHO CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT

Khả năng làm việc của chi tiết máy phụ thuộc rất nhiều vào chất lượng của lớp bề mặt. Chất lượng bề mặt là chỉ tiêu tập hợp nhiều tính chất quan trọng của lớp bề mặt:

- Hình dạng lớp bề mặt (độ sóng, độ nhám...)
- Trạng thái và tính chất cơ lý của lớp bề mặt (độ cứng, chiều sâu biến cứng, ứng suất dư...)
- Phản ứng của lớp bề mặt đối với môi trường làm việc (tính chống mòn, khả năng chống xâm thực hóa học, độ bền mỏi...)

2.1.1- TÍNH CHẤT HÌNH HỌC CỦA BỀ MẶT GIA CÔNG

Tính chất hình học của bề mặt gia công được đánh giá bằng độ nhám bề mặt và độ sóng bề mặt.

a) Độ nhám bề mặt (hình học tế vi, độ bóng)

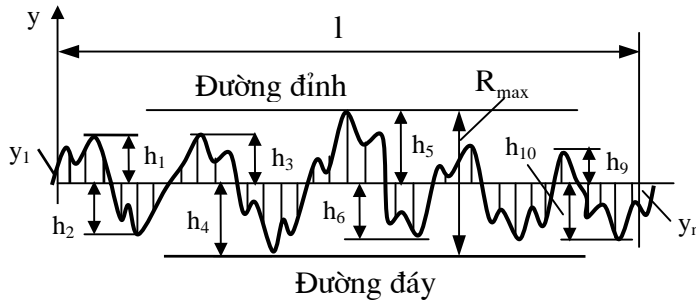
Trong quá trình cắt, lưỡi cắt của dụng cụ cắt và sự hình thành phoi kim loại tạo ra những vết xước cực nhỏ trên bề mặt gia công. Như vậy, bề mặt có độ nhám.

Độ nhám của bề mặt gia công được đo bằng chiều cao nhấp nhô R_z và sai lệch profin trung bình cộng R_a của lớp bề mặt.

Ⓢ **Chiều cao nhấp nhô R_z** : là trị số trung bình của tổng các giá trị tuyệt đối của chiều cao 5 đỉnh cao nhất và chiều sâu 5 đáy thấp nhất của profin tính trong phạm vi chiều dài chuẩn đo l .

Trị số R_z được xác định như sau:

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 \dots + h_9) + (h_2 + h_4 \dots + h_{10})}{5}$$



Hình 2.1- Độ nhám bề mặt chi tiết.

Chiều dài chuẩn l là chiều dài của phần bề mặt được chọn để đo độ nhám bề mặt, không tính đến những dạng nhấp mô khác có bước lớn hơn l (sóng bề mặt chẳng hạn).

② Sai lệch profin trung bình cộng R_a : là trung bình số học các giá trị tuyệt đối của khoảng cách từ các điểm trên profin đến đường trung bình, đo theo phương pháp tuyến với đường trung bình.

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y_x| dx \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

Độ nhám bề mặt có ảnh hưởng lớn đến chất lượng làm việc của chi tiết máy.

Ví dụ: Đối với những chi tiết trong mối ghép động (ổ trượt, sống dẫn, con trượt...), bề mặt làm việc trượt tương đối với nhau nên khi nhám càng lớn càng khó đảm bảo hình thành màng dầu bôi trơn bề mặt trượt. Dưới tác dụng của tải trọng, các đỉnh nhám tiếp xúc với nhau gây ra hiện tượng ma sát nửa ướt, thậm chí cả ma sát khô, do đó giảm thấp hiệu suất làm việc, tăng nhiệt độ làm việc của mối ghép. Mặt khác, tại các đỉnh tiếp xúc, lực tập trung lớn, ứng suất lớn vượt quá ứng suất cho phép phát sinh biến dạng dẻo phá hỏng bề mặt tiếp xúc, làm bề mặt bị mòn nhanh, nhất là thời kỳ mòn ban đầu. Thời kỳ mòn ban đầu càng ngắn thì thời gian phục vụ của chi tiết càng giảm.

Đối với các mối ghép có độ dôi lớn, khi ép hai chi tiết vào nhau để tạo mối ghép thì các nhấp nhô bị san phẳng, nhám càng lớn thì lượng san phẳng càng lớn, độ dôi của mối ghép càng giảm nhiều, làm giảm độ bền chắc của mối ghép.

Nhám càng nhỏ thì bề mặt càng nhẵn, khả năng chống lại sự ăn mòn càng tốt: bề mặt càng nhẵn bóng thì càng lâu bị gỉ.

Độ nhám bề mặt là cơ sở để đánh giá độ nhẵn bề mặt trong phạm vi chiều dài chuẩn rất ngắn l . Theo tiêu chuẩn Nhà nước thì độ nhẵn bề mặt được chia làm 14 cấp ứng với giá trị của R_a , R_z (cấp 14 là cấp nhẵn nhất, cấp 1 là cấp nhám nhất).

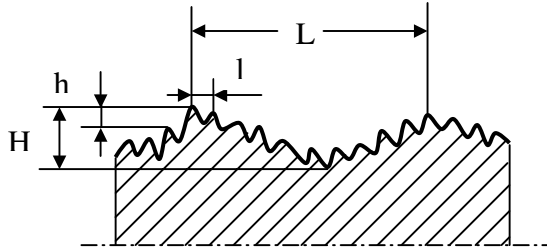
Trong thực tế sản xuất, người ta đánh giá độ nhám bề mặt chi tiết máy theo các mức độ: thô (cấp 1 ÷ 4), bán tinh (cấp 5 ÷ 7), tinh (cấp 8 ÷ 11), siêu tinh (cấp 12 ÷ 14).

Trong thực tế, thường đánh giá nhám bề mặt bằng một trong hai chỉ tiêu trên. Việc chọn chỉ tiêu nào là tùy thuộc vào chất lượng yêu cầu và đặc tính kết cấu của bề mặt. **Chỉ tiêu R_a** được sử dụng phổ biến nhất vì nó cho phép ta đánh giá chính xác hơn và thuận lợi hơn những bề mặt có yêu cầu nhám trung bình. Với những bề mặt quá

nhám hoặc quá bóng thì **chỉ tiêu R_z** lại cho ta khả năng đánh giá chính xác hơn là dùng chỉ tiêu R_a . Chỉ tiêu R_z còn được sử dụng đối với những bề mặt không thể kiểm tra trực tiếp thông số R_a , như những bề mặt kích thước nhỏ hoặc có profin phức tạp.

b) 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.



Hình 2.2- Tổng quát về độ nhám và độ sóng bề mặt chi tiết máy

trong đó, L : khoảng cách 2 đỉnh sóng.
 l : khoảng cách 2 đỉnh nhấp nhô tế vi.
 H là chiều cao của sóng.
 h : chiều cao nhấp nhô tế vi.

Người ta dựa vào tỷ lệ gần đúng giữa chiều cao nhấp nhô và bước sóng để phân biệt độ nhám bề mặt và độ sóng của bề mặt chi tiết máy.

Độ nhám bề mặt ứng với tỷ lệ:

$$l/h = 0 \div 50$$

Độ sóng bề mặt ứng với tỷ lệ:

$$L/H = 50 \div 1000$$

2.1.2- TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA BỀ MẶT GIA CÔNG

a) Hiện tượng biến cứng của lớp bề mặt

Trong quá trình gia công, tác dụng của lực cắt làm xô lệch mạng tinh thể lớp kim loại bề mặt và gây biến dạng dẻo ở vùng trước và vùng sau lưỡi cắt. Phoi kim loại được tạo ra do biến dạng dẻo của các hạt kim loại trong vùng trượt. Giữa các hạt tinh thể kim loại xuất hiện ứng suất. Thê tích riêng tăng và mật độ kim loại giảm ở vùng cắt. Giới hạn bền, độ cứng, độ giòn của lớp bề mặt được nâng cao; ngược lại tính dẻo dai của lớp bề mặt lại giảm. Tính dẫn từ cũng như nhiều tính chất khác của lớp bề mặt cũng thay đổi. Kết quả tổng hợp là lớp bề mặt kim loại bị cứng nguội, chắc lại và có độ cứng tế vi cao.

Có 2 chỉ tiêu để đánh giá độ biến cứng:

- Độ cứng tế vi.
- Chiều sâu của lớp biến cứng.

Mức độ biến cứng và chiều sâu lớp biến cứng bề mặt phụ thuộc vào tác dụng của lực cắt, mức độ biến dạng dẻo của kim loại và ảnh hưởng nhiệt trong vùng cắt. Lực cắt (cường độ, thời gian tác dụng) tăng làm cho mức độ biến dạng dẻo của vật liệu tăng; qua đó làm tăng mức độ biến cứng và chiều sâu lớp biến cứng bề mặt. Nhiệt sinh ra ở vùng cắt (nhiệt độ, thời gian tác dụng) sẽ hạn chế hiện tượng biến cứng bề mặt.

b) Ứng suất dư trong lớp bề mặt

Nguyên nhân gây ra ứng suất dư trong lớp bề mặt chi tiết máy: ***sâu xa nhất vẫn là do biến dạng dẻo.***

- Khi cắt một lớp mỏng vật liệu, trường lực xuất hiện gây ra biến dạng dẻo không đều ở từng khu vực trong lớp bề mặt. Khi trường lực mất đi, biến dạng dẻo không đồng đều này sẽ gây ra ứng suất dư trong lớp bề mặt.

- Biến dạng dẻo sinh ra khi cắt làm chắc lớp vật liệu bề mặt, làm tăng thể tích riêng của lớp kim loại mỏng ở ngoài cùng. Lớp kim loại ở bên trong do không bị biến dạng dẻo nên vẫn giữ thể tích riêng bình thường. Lớp kim loại ngoài cùng có xu hướng tăng thể tích, gây ra ứng suất dư nén; vì có liên hệ với nhau nên lớp kim loại bên trong phải sinh ra ứng suất dư kéo để cân bằng.

- Nhiệt sinh ra ở vùng cắt có tác dụng nung nóng cục bộ các lớp mỏng bề mặt làm giảm mô đun đàn hồi của vật liệu, có khi làm giảm tới trị số nhỏ nhất. Sau khi cắt, lớp vật liệu bề mặt ở vùng cắt bị nguội nhanh co lại, sinh ra ứng suất dư kéo; để cân bằng thì lớp kim loại bên trong phải sinh ra ứng suất dư nén.

- Kim loại bị chuyển pha trong quá trình cắt và nhiệt sinh ra ở vùng cắt làm thay đổi cấu trúc vật liệu, dẫn đến sự thay đổi về thể tích kim loại. Lớp kim loại nào hình thành cấu trúc có thể tích riêng lớn sẽ sinh ra ứng suất dư nén; lớp kim loại có cấu trúc với thể tích riêng bé phải sinh ra ứng suất dư kéo để cân bằng.

c) Phương pháp xác định chất lượng bề mặt

Trong thực tế có nhiều phương pháp xác định chất lượng bề mặt chi tiết máy. Sau đây là một số phương pháp chính:

① Đo độ nhám bề mặt:

- Dùng mũi dò: để đo các bề mặt có độ nhám lớn.
- Dùng máy đo quang học: dùng khi độ nhám nhỏ.
- Dùng chất dẻo đắp lên chi tiết, đo độ nhám thông qua bề mặt chất dẻo đó: dùng khi đo độ nhám các bề mặt lỗ.
- Xác định độ nhám bằng cách so sánh (bằng mắt) vật cần đo với mẫu có sẵn.

② Đo ứng suất dư:

- Dùng tia Ronghen: chiếu tia rồi khảo sát phân tích biểu đồ Ronghen.
- Dùng cấu trúc điện tử:

③ Đo biến cứng:

- Độ cứng: dùng máy đo độ cứng.
- Chiều sâu biến cứng: cắt mẫu, đem mài bóng rồi cho xâm thực hóa học để nghiên cứu cấu trúc lớp bề mặt.

2.2- ẢNH HƯỞNG CỦA CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT TỚI KHẢ NĂNG LÀM VIỆC CỦA CHI TIẾT MÁY

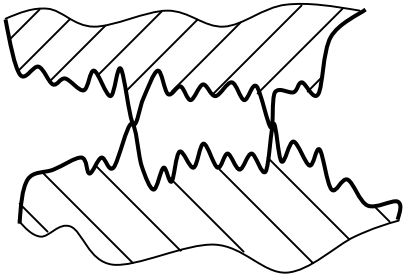
Khả năng làm việc của chi tiết máy được quyết định bởi: tính chống mòn, độ bền mỏi, tính chống ăn mòn hóa học, độ chính xác các mối lắp ghép.

Chất lượng bề mặt ảnh hưởng đáng kể đến khả năng làm việc của chi tiết máy. Có thể kể ra các yếu tố bị ảnh hưởng bởi chất lượng bề mặt như: Hệ số ma sát, tính chống mòn, độ cứng vững tiếp xúc, tính dẫn điện, dẫn nhiệt, độ bền mỏi, độ bền va đập, tính chống ăn mòn... Sau đây ta nói đến các ảnh hưởng thường gặp:

2.2.1- ẢNH HƯỞNG ĐẾN TÍNH CHỐNG MÒN

a) Ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt

Do bề mặt hai chi tiết tiếp xúc nhau có nhấp nhô tế vi nên trong giai đoạn đầu của quá trình làm việc, hai bề mặt này chỉ tiếp xúc nhau ở một số đỉnh cao nhấp nhô; diện tích tiếp xúc thực chỉ bằng một phần của diện tích tính toán.



Hình 2.3- Mô hình 2 bề mặt tiếp xúc

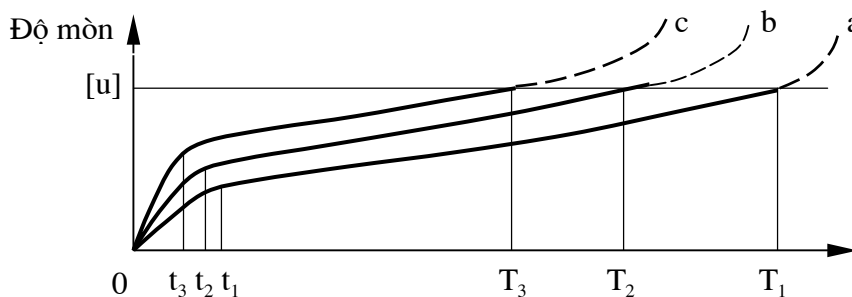
Tại các đỉnh tiếp xúc đó, áp suất rất lớn, thường vượt quá giới hạn chảy, có khi vượt quá cả giới hạn bền của vật liệu. Áp suất đó làm cho các điểm tiếp xúc bị nén đàn hồi và làm biến dạng dẻo các nhấp nhô, đó là biến dạng tiếp xúc. Khi hai bề mặt có chuyển động tương đối với nhau sẽ xảy ra hiện tượng trượt dẻo ở các đỉnh

nhấp nhô; các đỉnh nhấp nhô bị mòn nhanh làm khe hở lấp ghép tăng lên. Đó 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 65 ÷ 75%; lúc đó diện tích tiếp xúc thực tăng lên và áp suất tiếp xúc giảm đi. Sau giai đoạn mòn ban đầu (chạy rà) này, quá trình mài mòn trở nên bình thường và chậm, đó là giai đoạn **mòn bình thường** (giai đoạn này, chi tiết máy làm việc tốt nhất).

Cuối cùng là giai đoạn **mòn kịch liệt**, khi đó bề mặt tiếp xúc bị tróc ra, nghĩa là cấu trúc bề mặt chi tiết máy bị phá hỏng.

Mối quan hệ giữa lượng mòn và thời gian sử dụng của một cặp chi tiết ma sát với nhau tùy theo độ nhám bề mặt ban đầu được biểu thị như sau:

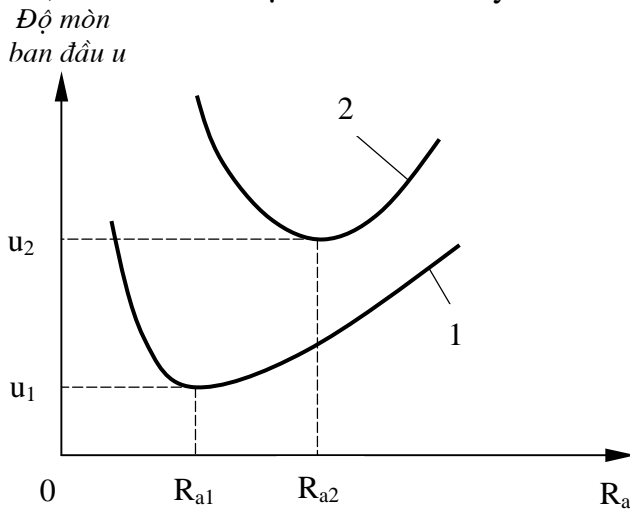


Hình 2.4- Quá trình mài mòn của một cặp chi tiết.

Các đường đặc trưng a, b, c ứng với ba độ nhám ban đầu khác nhau của các bề mặt tiếp xúc. Đường đặc trưng c, cặp chi tiết có độ nhẵn bóng bề mặt ban đầu kém nhất nên giai đoạn mòn ban đầu xảy ra nhanh nhất, cường độ mòn lớn nhất ở giai

đoạn mòn ban đầu.

Thực nghiệm chứng tỏ rằng, nếu giảm hoặc tăng độ nhám tới trị số tối ưu, ứng với điều kiện làm việc của chi tiết máy thì sẽ đạt được lượng mòn ban đầu ít nhất, qua đó, kéo dài tuổi thọ của chi tiết máy.



Hình 2.5- Quan hệ giữa lượng mòn ban đầu u và sai lệch profin trung bình cộng R_a

(Đường 1 ứng với điều kiện làm việc nhẹ. Đường 2 ứng với điều kiện làm việc nặng).

Lượng mòn ban đầu ít nhất ứng với giá trị của R_a tại các điểm R_{a1} , R_{a2} ; đó là giá trị tối ưu của R_a . Nếu giá trị của R_a nhỏ hơn trị số tối ưu R_{a1} , R_{a2} thì sẽ bị mòn kịch liệt vì các phần tử kim loại dễ khuếch tán. Ngược lại, giá trị của R_a lớn hơn trị số tối ưu R_{a1} , R_{a2} thì lượng mòn tăng lên vì các nhấp nhô bị phá vỡ và cắt đứt.

b) Ảnh hưởng của lớp biến cứng bề mặt

Lớp biến cứng bề mặt của chi tiết máy có tác dụng nâng cao tính chống mòn. Biến cứng bề mặt làm hạn chế sự khuếch tán oxy trong không khí vào bề mặt chi tiết máy để tạo thành các oxit kim loại gây ra ăn mòn kim loại. Ngoài ra, biến cứng còn hạn chế quá trình biến dạng dẻo toàn phần của chi tiết máy, qua đó hạn chế hiện tượng chảy và hiện tượng mài mòn.

Ngoài phương pháp gia công cắt gọt, người ta dùng các phương pháp gia công biến dạng dẻo để biến cứng bề mặt: phun bi, lăn bi, nong ép ...

c) Ảnh hưởng của ứng suất dư trong lớp bề mặt

Ứng suất dư ở lớp bề mặt chi tiết máy nói chung không có ảnh hưởng đáng kể tới tính chống mòn nếu chi tiết máy làm việc trong điều kiện ma sát bình thường.

2.2.2- ẢNH HƯỞNG ĐẾN ĐỘ BỀN MỎI CỦA CHI TIẾT MÁY

a) 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, tải trọng va đập vì ở đáy các nhấp nhô tế vi có ứng suất tập trung lớn, ứng suất này sẽ gây ra các vết nứt tế vi và phát triển ở đáy các nhấp nhô, đó là nguồn gốc phá hỏng chi tiết máy do mỏi.

Nếu độ nhám thấp thì độ bền, giới hạn mỏi của vật liệu sẽ cao, và ngược lại.

b) Ảnh hưởng của lớp biến cứng bề mặt

Bề mặt bị biến cứng có thể làm tăng độ bền mỗi khoảng 20%. Chiều sâu và mức độ biến cứng của lớp bề mặt đều có ảnh hưởng đến độ bền mỗi 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 nén.

c) 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 mỗi, còn ứng suất dư kéo lại hạ thấp độ bền mỗi của chi tiết máy. Vì thế, khi chế tạo người ta cố gắng làm cho chi tiết có được ứng suất nén trên bề mặt.

Bằng thực nghiệm ta có công thức:

$$\sigma_{tt}^{-1} = \sigma_{bd}^{-1} - \alpha \cdot \sigma^0$$

trong đó: σ_{tt}^{-1} : giới hạn mỗi khi có ứng suất dư (thực tế).

σ_{bd}^{-1} : giới hạn mỗi khi không có ứng suất dư (ban đầu).

σ^0 : ứng suất dư lớn nhất, dương nếu ứng suất kéo, âm nếu ứng suất nén.

α : là hệ số phụ thuộc vật liệu, được cho trong các sổ tay.

2.2.3- ẢNH HƯỞNG TỚI TÍNH CHỐNG ĂN MÒN HÓA HỌC CỦA LỚP BỀ MẶT CHI TIẾT MÁY

a) Ảnh hưởng của độ nhám bề mặt

Các chỗ lõm trên bề mặt do độ nhám tạo ra là nơi chứa các tạp chất như axit, muối... Các tạp chất này có tác dụng ăn mòn hóa học đối với kim loại. Quá trình ăn mòn hóa học trên lớp bề mặt chi tiết theo sườn của nhấp nhô và hình thành các nhấp nhô mới

Như vậy, bề mặt chi tiết máy càng ít nhám thì sẽ càng ít bị ăn mòn hóa học (vì khả năng chứa các tạp chất ít), bán kính đáy các nhấp nhô càng lớn khả năng chống ăn mòn hóa học của lớp bề mặt càng cao.

Có thể chống ăn mòn hóa học bằng cách phủ lên bề mặt chi tiết máy một lớp bảo vệ bằng phương pháp mạ hoặc bằng phương pháp cơ khí làm chắc lớp bề mặt.

b) Ảnh hưởng của lớp biến cứng bề mặt

Biến cứng tăng thì tính chống ăn mòn giảm vì biến cứng tăng thì sự thay đổi của các hạt không đồng đều. Hạt ferrit biến dạng nhiều hơn hạt peclit, điều đó làm cho năng lượng nâng cao không đều và thế năng điện tích của các hạt thay đổi khác nhau. Hạt ferrit biến cứng nhiều hơn sẽ trở thành anot. Hạt peclit bị biến cứng ít hơn sẽ trở thành catốt. Lúc này, tạo ra các pin ăn mòn nên ăn mòn sẽ tăng.

c) Ảnh hưởng của ứng suất dư trong lớp bề mặt

Ứng suất dư hầu như không ảnh hưởng đến tính chống mòn khi làm việc ở nhiệt độ bình thường. Còn ở nhiệt độ cao thì sẽ có ảnh hưởng.

2.2.4- ẢNH HƯỞNG ĐẾN ĐỘ CHÍNH XÁC CÁC MỐI LẮP GHÉP

Trong giai đoạn mòn ban đầu, chiều cao nhấp nhô tế vi R_z , đối với *mối ghép lỏng* có thể giảm đi 65 ÷ 75% làm khe hở lắp ghép tăng lên và độ chính xác lắp ghép giảm đi. Để đảm bảo độ ổn định của mối lắp lỏng trong thời gian sử dụng, phải giảm độ nhấp nhô tế vi. **Giá trị R_z hợp lý được xác định** theo độ chính xác của mối lắp tùy theo trị số của dung sai kích thước lắp ghép.

- Nếu đường kính lắp ghép $\phi > 50\text{mm}$ thì $R_z = (0.1 \div 0.15)T$
- Nếu đường kính lắp ghép $18 < \phi < 50\text{mm}$ thì $R_z = (0.15 \div 0.2)T$
- Nếu đường kính lắp ghép $\phi < 18\text{mm}$ thì $R_z = (0.2 \div 0.25)T$

Với các *mối ghép có độ dôi* lớn khi ép hai chi tiết vào nhau để tạo mối ghép thì nhám bị san phẳng, nhám càng lớn thì lượng san phẳng càng lớn, độ dôi của mối ghép càng giảm, độ bền mối ghép giảm. R_z tăng thì độ bền của mối ghép chặt giảm.

Ví dụ: Độ bền mối lắp chặt giữa vành bánh xe lửa và trục ứng với chiều cao nhấp nhô tế vi R_z là 36.5 μm sẽ **thấp** hơn khoảng 40% so với độ bền cũng của mối lắp đó ứng với R_z là 18 μm , vì độ dôi ở mối lắp ghép sau nhỏ hơn ở mối lắp ghép trước cỡ 15%.

Tóm lại, độ chính xác các mối lắp ghép trong kết cấu cơ khí phụ thuộc vào chất lượng các bề mặt lắp ghép. Độ bền các mối lắp ghép, trong đó độ ổn định của chế độ lắp ghép giữa các chi tiết, phụ thuộc vào độ nhám của các bề mặt lắp ghép.

2.3- CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT CHI TIẾT

Trạng thái và tính chất của lớp bề mặt chi tiết máy trong quá trình gia công do nhiều yếu tố công nghệ quyết định như tính chất vật liệu, thông số công nghệ, vật liệu dao, sự rung động trong quá trình gia công, dung dịch trơn nguội ...

Người ta chia các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt thành 3 nhóm:

- Các yếu tố ảnh hưởng mang tính in dập hình học của dụng cụ cắt và của thông số công nghệ lên bề mặt gia công.
- Các yếu tố ảnh hưởng phụ thuộc vào biến dạng dẻo của lớp bề mặt.
- Các yếu tố ảnh hưởng do rung động máy, dụng cụ, chi tiết gia công.

2.3.1- ẢNH HƯỞNG ĐẾN ĐỘ NHÁM BỀ MẶT

a) Các yếu tố mang tính in dập hình học của dụng cụ cắt và chế độ cắt

Để nghiên cứu, ta xét **phương pháp tiện**. Qua thực nghiệm, người ta đã xác định mối quan hệ giữa các thông số: độ nhấp nhô tế vi R_z , lượng tiến dao S , bán kính mũi dao r , chiều dày phoi nhỏ nhất có thể cắt được h_{\min} . Tùy theo giá trị thực tế của **lượng chạy dao S** mà ta có thể xác định mối quan hệ trên như sau:

$$\text{- Khi } S > 0.15 \text{ mm/vg thì } R_z = \frac{S^2}{8.r}$$

- Khi $S < 0.1 \text{ mm/vg}$ thì $R_z = \frac{S^2}{8.r} + \frac{h_{\min}}{2} \left(1 + \frac{r.h_{\min}}{S^2} \right)$

Ở đây, h_{\min} phụ thuộc bán kính r của mũi dao:

+ Nếu mài lưỡi cắt bằng đá kim cương mịn, lúc đó $r = 10 \mu\text{m}$ thì $h_{\min} = 4 \mu\text{m}$.

+ Mài dao hợp kim cứng bằng đá thường nếu $r = 40 \mu\text{m}$ thì $h_{\min} > 20 \mu\text{m}$.

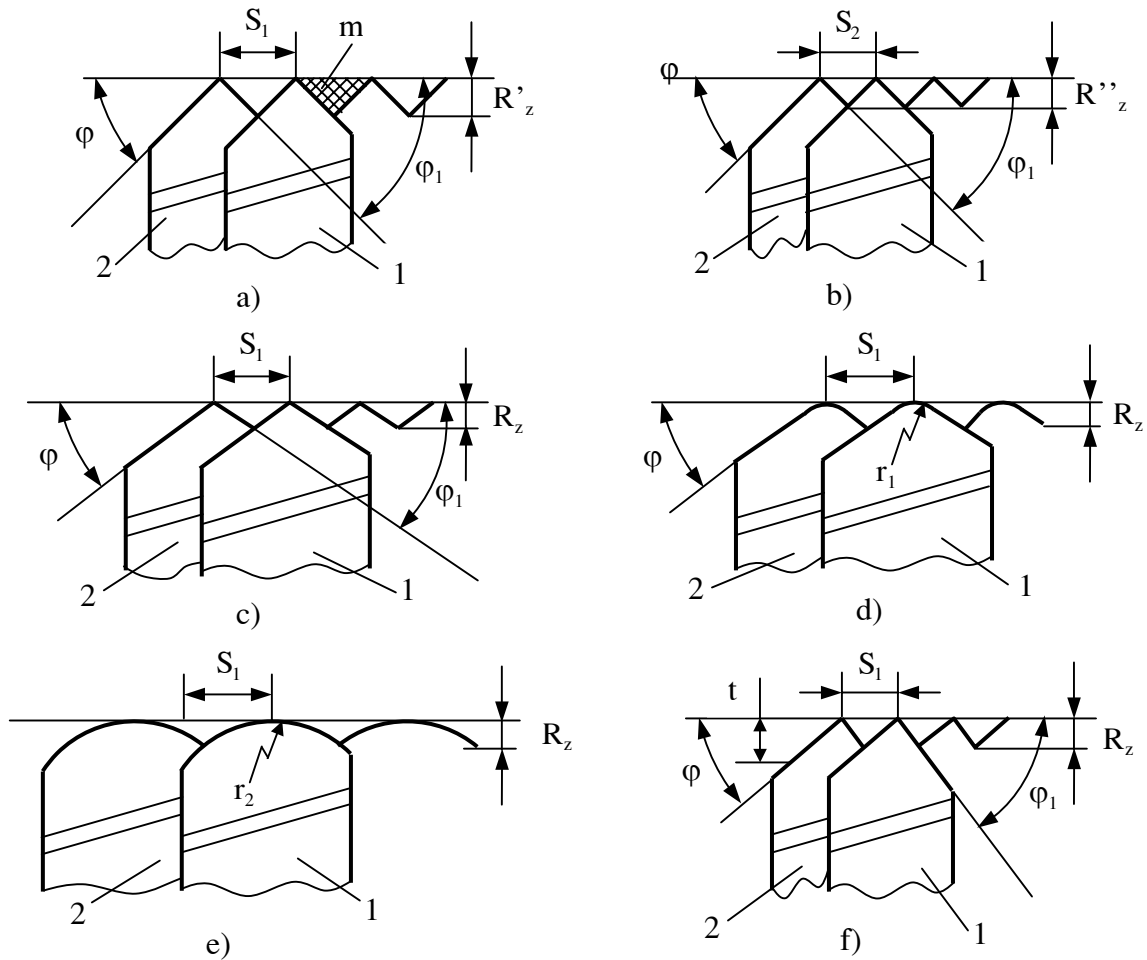
- Khi S quá nhỏ ($< 0,03 \text{ mm/vg}$) thì trị số của R_z lại tăng, tức là *khi gia công tinh với S quá nhỏ sẽ không có ý nghĩa đối với việc cải thiện chất lượng bề mặt chi tiết vì xảy ra hiện tượng trượt mà không tạo thành phoi*.

Chiều sâu cắt t cũng có ảnh hưởng tương tự như lượng chạy dao đối với chiều cao nhấp nhô tế vi, nếu bỏ qua độ đảo của trục chính máy.

Các thông số hình học của lưỡi cắt, đặc biệt là góc trước γ và độ mòn có ảnh hưởng đến R_z . Khi góc γ tăng thì R_z giảm, độ mòn dụng cụ tăng thì R_z tăng.

Ngoài ảnh hưởng đến nhám bề mặt, hình dáng hình học của dụng cụ cắt và chế độ cắt cũng ảnh hưởng đến lớp biến cứng bề mặt và được tính đến qua hệ số hiệu chỉnh.

Ví dụ: *Xét sự ảnh hưởng của hình dáng hình học của dụng cụ cắt và chế độ cắt đến chất lượng bề mặt chi tiết khi tiện*.



Hình 2.6- Ảnh hưởng của hình dáng hình học của dụng cụ cắt và chế độ cắt đến độ nhám bề mặt khi tiện

Sau một vòng quay của phôi, dao tiện sẽ dịch chuyển một đoạn là S_1 từ vị trí 1 đến vị trí 2 (hình 2.6a). Trên bề mặt gia công sẽ bị chừa lại phần kim loại m không được hớt đi bởi dao. Chiều cao nhấp nhô R_z xác định bởi S_1 và hình dạng hình học của dao cắt.

Nếu giảm lượng chạy dao thì chiều cao nhấp nhô cũng giảm (hình 2.6b).

Thay đổi giá trị góc φ và φ_1 không những làm thay đổi chiều cao nhấp nhô mà còn làm thay đổi cả hình dạng nhấp nhô (hình 2.6c).

Nếu bán kính mũi dao có dạng tròn r_1 thì nhấp nhô cũng có đáy lõm tròn (hình 2.6d).

Nếu tăng bán kính mũi dao lên r_2 thì chiều cao nhấp nhô R_z sẽ giảm (hình 2.6e).

Khi bán kính đỉnh r nhỏ và lượng chạy dao S lớn, ngoài phần cong của lưỡi cắt, phần thẳng cũng tham gia vào việc ảnh hưởng đến hình dạng và chiều cao nhấp nhô (hình 2.6f)

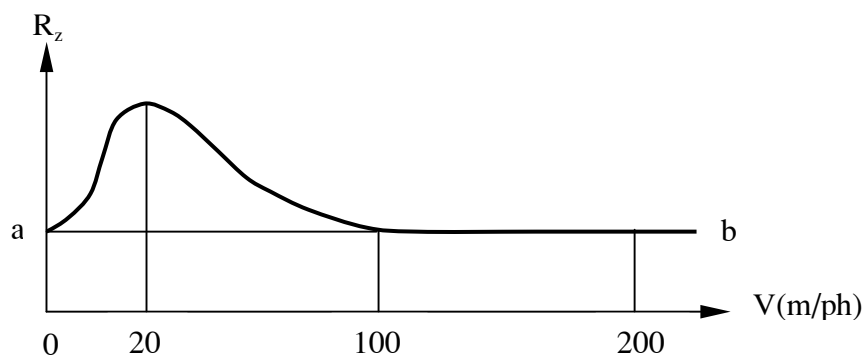
b) Các yếu tố phụ thuộc biến dạng dẻo của lớp bề mặt

Khi *gia công vật liệu dẻo*, bề mặt ngoài sẽ biến dạng rất nhiều làm cho cấu trúc của nó thay đổi. Khi đó, hình dạng hình học và độ nhấp nhô đều thay đổi.

Khi *gia công vật liệu giòn*, có một số phần nhỏ lại phá vỡ, làm tăng độ nhấp nhô bề mặt.

① **Tốc độ cắt V** là yếu tố cơ bản nhất, ảnh hưởng tới sự phát triển của biến dạng dẻo khi tiện:

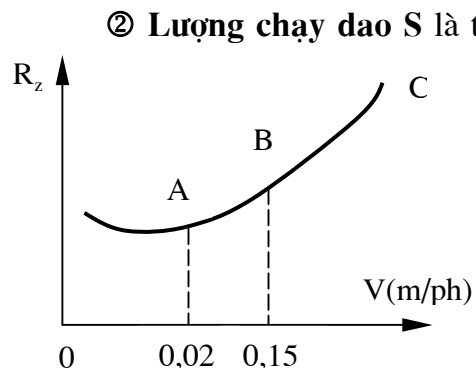
- Khi cắt thép Cacbon ở vận tốc thấp, nhiệt cắt không cao, phoi kim loại tách dễ, biến dạng của lớp bề mặt không nhiều, vì vậy độ nhám bề mặt thấp. Khi tăng vận tốc cắt đến khoảng $V = 20 \div 40 \text{ m/ph}$ thì nhiệt cắt, lực cắt đều tăng và có giá trị lớn, gây ra biến dạng dẻo mạnh, ở mặt trước và mặt sau 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*. Lẹo dao làm tăng độ nhám bề mặt gia công. Nếu tiếp tục tăng vận tốc 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 (lẹo dao biến mất khi vận tốc cắt khoảng $V = 30 \div 60 \text{ m/ph}$). Với vận tốc cắt $V > 60 \text{ m/ph}$ thì lẹo dao không hình thành được nên độ nhám bề mặt gia công giảm, độ nhẵn tăng.



Hình 2.7- Ảnh hưởng của vận tốc cắt đến độ nhấp nhô tế vi R_z

- Khi gia công kim loại giòn (gang), các mảnh kim loại bị trượt và vỡ ra không có thứ tự làm tăng độ nhấp nhô tế vi bề mặt. Tăng vận tốc cắt sẽ giảm được hiện tượng

vỡ vụn của kim loại, làm tăng độ nhẵn bóng của bề mặt gia công.



Hình 2.8- Ảnh hưởng của lượng chạy dao đến độ nhấp nhô tế vi R_z .

Nếu giảm $S < 0,02$ mm/vg thì độ nhấp nhô tế vi giảm vì ảnh hưởng của biến dạng dẻo lớn hơn ảnh hưởng của các yếu tố hình học. Nếu lượng chạy dao $S > 0,15$ mm/vg 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 nhiều.

Như vậy, để đảm bảo đạt độ nhẵn bóng bề mặt và năng suất cao **nên chọn giá trị lượng chạy dao $S = 0,05 \div 0,12$ mm/vg đối với thép Carbon.**

③ **Chiều sâu cắt t** cũng có ảnh hưởng tương tự như lượng chạy dao S đến độ nhám bề mặt gia công, nhưng trong thực tế, người ta thường bỏ qua ảnh hưởng này. Vì vậy, trong quá trình gia công người ta chọn trước chiều sâu cắt t .

Nói chung, không nên chọn giá trị chiều sâu cắt quá nhỏ vì khi đó lưỡi cắt sẽ bị trượt và cắt không liên tục. Giá trị chiều sâu cắt $t \geq 0,02 \div 0,03$ (mm).

④ **Tính chất vật liệu** cũng có ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt chủ yếu là do khả năng biến dạng dẻo. Vật liệu dẻo và dai (thép ít Cacbon) dễ biến dạng dẻo sẽ cho độ nhám bề mặt lớn hơn vật liệu cứng và giòn.

Khi gia công thép Carbon, để đạt độ nhám bề mặt thấp, người ta thường tiến hành thường hóa ở nhiệt độ $850 \div 870^\circ\text{C}$ (hoặc tôi thấp) trước khi gia công. Để cải thiện điều kiện cắt và nâng cao tuổi thọ dụng cụ cắt người ta thường tiến hành ủ ở 900°C trong 5 giờ để cấu trúc kim loại có hạt nhỏ và đồng đều.

c) Ảnh hưởng do rung động của hệ thống công nghệ đến chất lượng bề mặt

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.

Tình trạng máy có ảnh hưởng quyết định đến độ nhám của bề mặt gia công.

Muốn đạt độ nhám bề mặt gia công thấp, trước hết phải đảm bảo đủ cứng vững, phải điều chỉnh máy tốt và giảm ảnh hưởng của các máy khác xung quanh.

2.3.2- ẢNH HƯỞNG ĐẾN ĐỘ BIẾN CỨNG BỀ MẶT

Khi tăng lực cắt, nhiệt cắt và mức độ biến dạng dẻo thì mức độ biến cứng bề mặt tăng. Nếu kéo dài tác dụng của lực cắt, nhiệt cắt trên bề mặt kim loại sẽ làm tăng chiều sâu lớp biến cứng bề mặt.

Nếu *góc trước* γ tăng từ giá trị âm đến giá trị dương thì mức độ và chiều sâu biến cứng bề mặt chi tiết giảm.

Vận tốc cắt tăng làm giảm thời gian tác động của lực gây ra biến dạng kim loại, do đó làm giảm chiều sâu biến cứng và mức độ biến cứng bề mặt.

Qua thực nghiệm, người ta có kết luận:

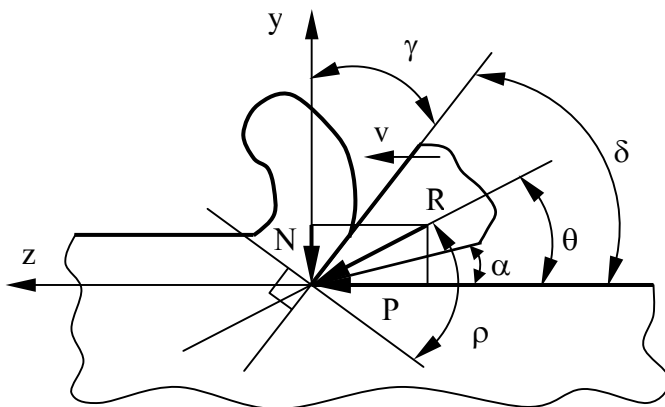
- $V < 20$ m/ph: chiều sâu lớp biến cứng tăng theo giá trị của vận tốc cắt
 - $V > 20$ m/ph: chiều sâu lớp biến cứng giảm theo giá trị của lượng chạy dao
- Ngoài ra, biến cứng bề mặt cũng tăng nếu dụng cụ cắt bị mòn, bị cùn.

2.3.3- ẢNH HƯỞNG ĐẾN ỨNG SUẤT DƯ BỀ MẶT

Quá trình hình thành ứng suất dư bề mặt khi gia công phụ thuộc vào sự 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.

* *Đối với dụng cụ hạt mài*: Các chi tiết gia công bằng hạt mài tự do (mài nghiền) thường có ứng suất dư kéo, còn nếu mài bằng đai mài hoặc đá mài thì có ứng suất dư nén.

* *Đối với dụng cụ có lưỡi cắt*: Ta xét quá trình bào:



Hình 2.9- Quan hệ giữa lực và góc khi bào

Lực cắt R được phân thành lực pháp tuyến N và lực tiếp tuyến P.

Lực cắt R làm cho lớp bề mặt gia công bị biến dạng dẻo và biến dạng đàn hồi. Lực pháp tuyến N gây ra ứng suất nén. Lực tiếp tuyến P gây ra ứng suất cắt (trượt và kéo).

Như vậy, điều kiện để tạo ra ứng suất nén (ứng suất

nén có lợi cho độ bền mỏi của chi tiết máy) trên bề mặt gia công sẽ là:

$$\mu \cdot N > P \Rightarrow \mu > \frac{P}{N} = \cot g \theta = \cot g(\rho + \delta - 90^\circ) = \cot g(\rho - \gamma)$$

với: μ là hệ số ma sát.

ρ là góc ma sát giữa dao và bề mặt gia công.

δ là góc cắt của dao.

Ở đây, nếu $\mu = (1 \div 0.5)$ thì: $(1 \div 0.5) > \cotg(\rho - \gamma)$

nghĩa là: $(45^\circ \div 72^\circ) < (\rho - \gamma)$

Mà thường thì $\rho = 50^\circ \div 70^\circ$, như vậy rất khó đạt được ứng suất dư nén trong điều kiện góc trước γ có giá trị dương ($\gamma > 0$), mà **chỉ đạt được ứng suất dư nén nếu góc trước γ có giá trị âm** ($\gamma < 0$).