

CHƯƠNG 2 CÁC TRẠNG THÁI KỸ THUẬT CỦA MÁY

2.1 KHÁI NIỆM VỀ SỬA CHỮA VÀ THÁO LẮP THÁO MÁY

2.1.1 Khái niệm về chế tạo và sửa chữa

- **Quá trình chế tạo** là một quá trình sản xuất bao gồm chế tạo từng chi tiết sau đó lắp ráp thành bộ phận hay thành máy. Để chế tạo các chi tiết máy cũng cần qua nhiều công đoạn, nhiều nguyên công. Trong mỗi quá trình đó cũng có thể cần phải tháo và lắp ráp chúng.
- **Quá trình sửa chữa** cũng là một quá trình sản xuất. Sửa chữa có thể là bảo quản, bảo dưỡng, sửa chữa các hư hỏng, phục hồi lại kích thước hoặc nâng cao chất lượng chi tiết,...

2.1.2 Khái niệm về tháo lắp máy

Quá trình tháo và lắp máy cũng là một quá trình sản xuất và phải tuân thủ theo những quy định và trình tự nhất định. Tháo và lắp máy có mối quan hệ chặt chẽ với quá trình chế tạo và sửa chữa phục hồi máy và các chi tiết máy. Khi tháo rời thì có thể tiến hành tháo theo cụm, theo từng bộ phận từ đó tháo rời các chi tiết. Lắp ráp là quá trình ngược lại của quá trình tháo máy, tức là xuất phát từ chi tiết rồi lắp thành cụm hay bộ phận, sau đó lắp thành máy hoàn chỉnh.

2-2 MỘT SỐ KHÁI NIỆM VỀ CÁC TRẠNG THÁI KỸ THUẬT CỦA MÁY.

- 2.2.1 **Dự trữ kỹ thuật** : Là khoảng thời gian bắt đầu làm việc ngay sau khi sửa chữa cho đến thời hạn cho phép .
- 2.2.2 **Thời hạn làm việc** là khoảng thời gian cho phép máy làm việc đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, sau thời gian đó phải tiến hành sửa chữa định kỳ hay phục hồi lại tùy theo yêu cầu của quá trình công nghệ.
- 2.2.3 **Thời gian đã vận hành** - thời gian máy đã làm việc theo những yêu cầu kỹ thuật với công suất thiết kế. Thời gian đã vận hành có thể được đánh giá bằng khối lượng công việc đã làm thông qua tổng thời gian tính theo giờ, KWh, ...
- 2.2.4 **Tuổi thọ** : là thời gian mà chi tiết giữ nguyên khả năng làm việc, đảm bảo các đặc trưng kỹ thuật cho đến khi cần phải đi sửa chữa.
- 2.2.5 **Độ tin cậy và tính ổn định của máy** là các tính chất của chi tiết máy thực hiện những chức năng nhiệm vụ đã định trong thời gian làm việc thoả mãn các điều kiện vận hành, bảo quản, sửa chữa và vận chuyển.
- a. **Độ tin cậy**: Là tập hợp các tính chất phụ thuộc vào chức năng của chi tiết, cụm chi tiết hay của máy như :

- Độ bền, độ bền lâu,...
- Vận tốc chuyển động, vận tốc làm việc, ...
- Mức tiêu thụ năng lượng (mức tiêu hao nhiên liệu trong giới hạn cho phép),...
- Chất lượng công việc, chất lượng của sản phẩm được làm ra, ...

b. Tính ổn định của máy là khả năng làm việc bình thường, không có sự thay đổi so với những yêu cầu đã đề ra.

2.2.6 Sự hoàn hảo và không hoàn hảo của máy

+ Máy hoàn hảo

Là trạng thái của máy thoả mãn với tất cả các yêu cầu kỹ thuật đề ra và cho phép làm việc liên tục không xảy ra sự cố.

+ Máy không hoàn hảo:

Thể hiện sự không hoàn chỉnh, không thoả mãn các yêu cầu kỹ thuật đã đề ra. Khi đó máy có thể mất khả năng làm việc, có khả năng sinh ra sự cố,...

a. Không hoàn hảo có thể có :

- Không hoàn hảo trong từng bộ phận, từng chi tiết : khuyết tật trong các chi tiết, trong các liên kết; không đảm bảo độ bền cần thiết theo yêu cầu, ...
- Không hoàn hảo trong từng cụm chi tiết : độ lắp lẩn không tốt (lỏng, bị rơ hoặc quá chặt,...) ; mất tính cứng vững trong mối liên kết;

b. Sai lệch khi lắp ráp

- Không đồng trục, không vuông góc, vênh, nghiêng, không đối xứng, ...;
- Sai vị trí; Sai lệch về khoảng cách;

c. Sai lệch giữa hai bề mặt tiếp xúc

- Không đảm bảo đúng diện tích tiếp xúc cần thiết trong bộ ly hợp ma sát
- Khoảng cách giữa 2 bánh răng không đúng như thiết kế làm cho bánh răng bị mòn không đều làm cho các bề mặt tiếp xúc bị sai lệch,...
- Sự tiếp xúc giữa hai bánh răng không khớp, nghiêng, lệch, ...
- Không kín, các van tiếp xúc không tốt : supáp, van khí, Piston-xylanh,...
- Hai bề mặt không song song, không vuông góc, ...

d. Sự sai lệch do bị lỗi trên các bề mặt

Nguyên nhân :

- Do bị va đập
- Do sự tích tụ các phân bị mài mòn (côn xe đạp bị bi ép);
- Do sự tích tụ dầu mỡ, các chất cặn bã bị khô quánh lại (ví dụ các vòng bi lâu ngày không bảo quản tốt)...
- Do các sản phẩm cháy tích tụ lại, do bề mặt bị gỉ,...

Các nguyên nhân trên sẽ làm cho chế độ làm việc bị sai lệch, làm cho quá trình truyền dẫn nhiệt bị thay đổi; kết quả là hình dạng, kích thước chi tiết

bị thay đổi. Hiện tượng này làm ảnh hưởng đến khả năng lắp ráp, khả năng làm việc của các chi tiết máy và máy.

e. Sự biến dạng và sự phá huỷ

Khi làm việc nhiều chi tiết chịu tác dụng lâu dài của lực (lực ma sát, lực uốn,...) nhiệt độ tăng cao, ... Kết quả gây nên sự biến dạng; làm cho chi tiết bị sai lệch khi lắp ráp, làm cong trục, vênh, đảo (cánh tuốc bin), thậm chí gây ra sự phá huỷ chi tiết máy: gãy, vỡ, rạn, nứt chi tiết (ví dụ: bi, côn xe đạp, ...).

2.2.7 Tính sửa chữa

Sửa chữa là tập hợp các nguyên công có khả năng phục hồi tuổi thọ, phục hồi tính hoàn hảo, phục hồi khả năng làm việc của máy.

- **Tính sửa chữa thích ứng** là tính chất của vật liệu cho phép phát hiện và phòng ngừa các nguyên nhân hư hỏng và cho phép bảo dưỡng, sửa chữa máy.
- **Tính bảo toàn**: là tính chất không làm thay đổi khả năng làm việc và khả năng máy chạy hoàn hảo.

2.3 CÁC GIAI ĐOẠN LÀM VIỆC CỦA MÁY

- **Giai đoạn chạy thử không tải** Cho máy chạy ở trạng thái chưa mang tải.
- **Giai đoạn chạy thử có tải** theo các mức độ khác nhau: chạy thử non tải, chạy thử đầy tải, chạy thử quá tải an toàn, ...
- **Giai đoạn công tác** với tuổi thọ bình thường máy làm việc với tải trọng đã định.
- **Giai đoạn hư hỏng** cần sửa chữa và phục hồi các chi tiết máy để phục hồi khả năng làm việc và kéo dài tuổi thọ của máy.

2.4 SỰ HƯ HỎNG CỦA CÁC CHI TIẾT MÁY

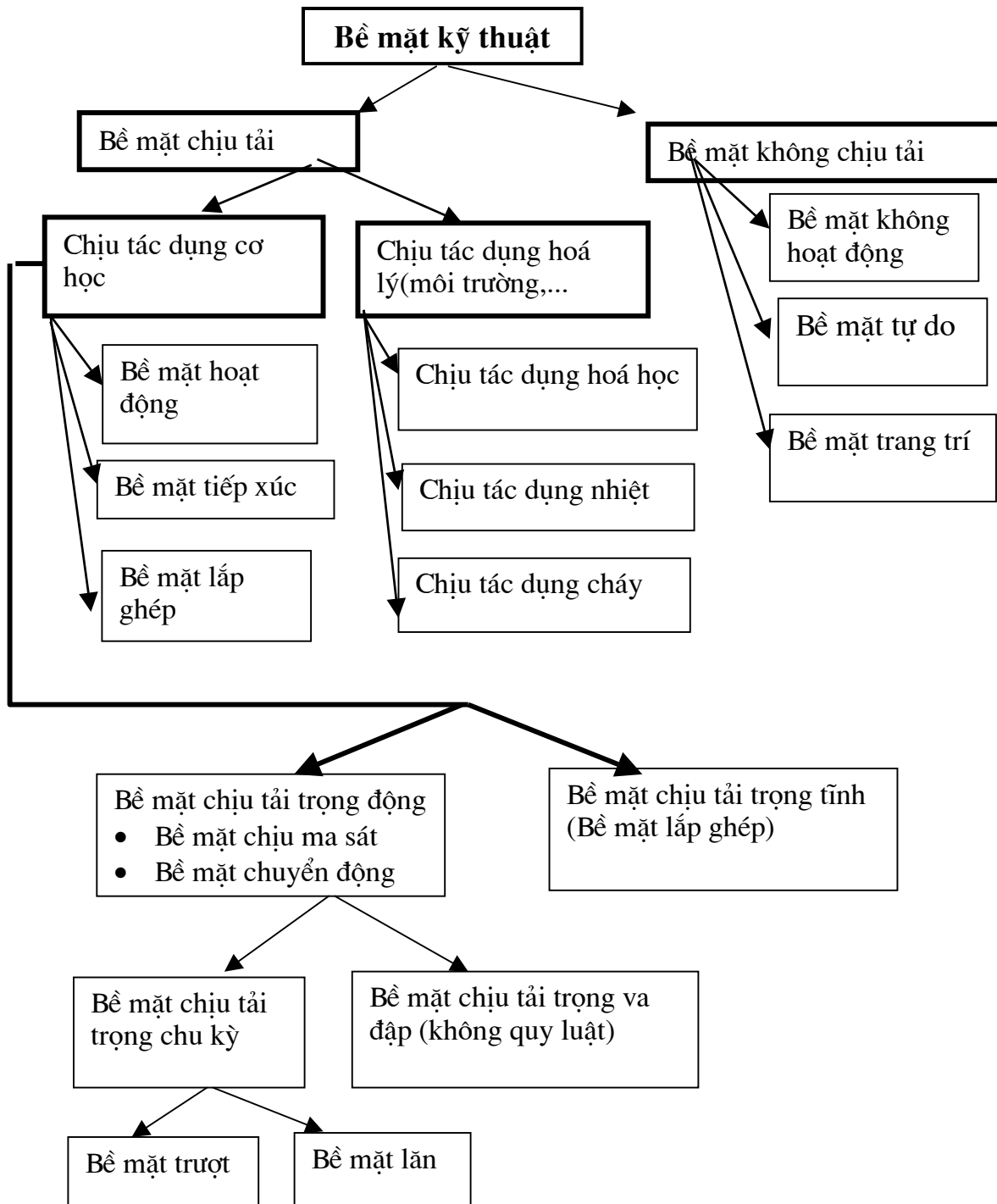
Khi chế tạo, lắp ráp, vận hành sửa chữa, có thể xảy ra các hư hỏng từng phần hay toàn bộ chi tiết. Thông thường hư hỏng xảy ra trên các bề mặt làm việc, bề mặt tiếp xúc.

2.4.1 Các bề mặt làm việc

Bề mặt là biên giới của 2 pha khác nhau. Ở đây bề mặt là ranh giới của vật thể với môi trường xung quanh. Người ta đưa ra 2 khái niệm về bề mặt:

- **Bề mặt hình học** là bề mặt được biểu thị bằng bản vẽ chi tiết. Đây là bề mặt danh nghĩa mang nhiều tính chất lý tưởng.
- **Bề mặt thực tế** hay còn gọi là **bề mặt kỹ thuật**. Khái niệm này không chỉ hàm ý về hình học mà còn liên quan đến tính chất của lớp kim loại dưới bề mặt. Chất lượng bề mặt được đặc trưng bởi 3 yếu tố: dạng hình học, chất lượng của bề mặt biên giới và chất lượng lớp dưới bề mặt.

Các bề mặt kỹ thuật có thể phân loại như hình 2-1 [14]



Hình 2-1 Sơ đồ phân loại các bề mặt kỹ thuật

2.4.2 Nguyên nhân hư hỏng được phân ra : Hư hỏng do chế tạo, hư hỏng do vận hành và hư hỏng do chất lượng vật liệu, ...

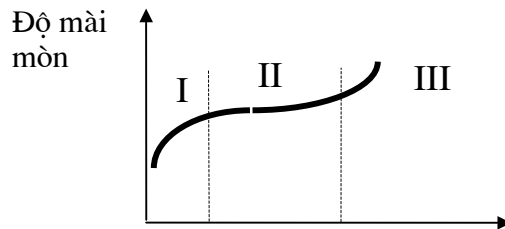
Hư hỏng do vận hành là nguyên nhân chủ yếu gây nên các hư hỏng máy. Hư hỏng do vận hành được chia ra làm 3 nhóm chính :

- Hư hỏng do mòn (mòn đều, mòn không đều sinh ra ô van và độ côn, các vết xước nhỏ và các vết xây xước. Dạng hư hỏng này có liên quan với ma sát.
- Hư hỏng cơ học (nứt, thủng, xước thành rãnh, tróc, gãy, biến dạng do tác dụng cơ học gây nên cong, vênh, xoắn, ...
- Hư hỏng hoá nhiệt : ăn mòn, bị rỗ, bị biến dạng do nhiệt độ,...

2.4.3 Phân loại mòn

Đặc trưng cho quá trình hư hỏng cơ học là sự mài mòn. Đặc trưng cho sự tác dụng hoá lý gọi là ăn mòn (hay sự gỉ). Mòn nói chung được phân loại thành 3 loại :

a- Mòn cơ học (còn có tên gọi **mài mòn**) là dạng mòn do các tác dụng cơ học. Đây là dạng hư hỏng do va chạm, mài mòn do tróc dính, do sự phá huỷ các bề mặt liên quan đến sự hao mòn vật liệu. Các giai đoạn mài mòn được biểu thị như hình 2-2



Hình 2-2 Sơ đồ các giai đoạn mài mòn cơ học

I - Giai đoạn bắt đầu mài mòn (Giai đoạn khi máy bắt đầu làm việc)

II - Giai đoạn mài mòn đã bão hoà (Giai đoạn xảy ra mài mòn khi máy làm việc bình thường.

III - Giai đoạn mài mòn phát triển nhanh (mài mòn do sự cố, mài mòn đã phát triển đến mức phải loại bỏ chi tiết.

b - Mòn dưới tác dụng của môi trường. Mòn do dòng chất lỏng, dòng khí hoặc hoá chất. Mòn dạng này có thể do các chất trên hoà tan khuếch tán hay thẩm thấu theo thời gian vào chi tiết máy; cũng có thể do tác dụng hoá học, do các tác dụng của áp lực có chu kỳ hoặc không chu kỳ tiếp xúc với chi tiết... Các dạng mòn trên được gọi là ăn mòn kim loại. Dựa theo môi trường có chất điện ly hay không mà người ta chia ra : ăn mòn hoá học và ăn mòn điện hoá.

c - Dạng thứ 3 là dạng kết hợp cả cơ học và ăn mòn vật liệu dưới tác dụng của các môi trường.

Dạng mài mòn (mòn cơ học) thường xuất hiện trên các bề mặt khô tiếp xúc có chuyển động tương đối với nhau, đặc biệt các bề mặt lắp ghép quá chặt, ma

sát lớn, ... Mòn cơ học xuất hiện khi có chuyển động của kim loại trên kim loại hay có môi trường các chất phi kim loại chuyển động trên nó.

Trong thực tế người ta phân mòn cơ học ra các loại như sau:

a. Sự phá huỷ bề mặt do tróc dính (tróc loại 1)

Do ma sát hình thành các mối liên kết cục bộ, gây biến dạng và phá hỏng mối liên kết đó (quá tải cục bộ). Xuất hiện chủ yếu ở ma sát trượt, tốc độ dịch chuyển nhỏ, thiếu bôi trơn làm áp suất cục bộ tăng quá giới hạn chảy.

b- Sự phá huỷ bề mặt do tróc nhiệt (tróc loại 2 hay mài mòn nhiệt)

Do ma sát nhiệt độ tăng đáng kể hình thành các mối liên kết cục bộ, gây biến dạng dẻo rồi phá hỏng mối liên kết ấy (quá tải nhiệt). Dạng này xuất hiện chủ yếu do chuyển dịch tương đối lớn và áp lực riêng p tăng, cấu trúc kim loại xảy ra hiện tượng kết tinh lại, ram, tôi cục bộ. Tróc loại 2 còn tùy thuộc vào độ bền, tính dẫn nhiệt, độ cứng của vật liệu ...

c. Sự phá huỷ do môi Theo [14] đây là dạng mài mòn rỗ hay pitting.

Do tác động của ứng suất biến đổi chu kỳ, ứng suất tăng lên và lớn hơn giới hạn đàn hồi. Hiện tượng này xảy ra do mối liên kết ma sát không liên tục, nó xảy ra trong từng phần của bề mặt tiếp xúc. Phá huỷ do môi thường gặp ở những bề mặt có nứt tế vi, vết lõm sâu, độ bóng thấp hoặc không đồng đều. Dạng mòn này thường xảy ra khi có ma sát lăn, trên bề mặt của ổ lăn và ổ trượt, trên bề mặt của bánh răng,...

d Phá huỷ bề mặt do xói mòn kim loại (Mòn do tác dụng của môi trường các dòng chảy). Là sự phá huỷ các bề mặt do lực tác dụng va đập và lặp lại nhiều lần hoặc thời gian kéo dài, áp lực lớn của dòng chất lỏng, dòng khí, dòng chuyển động của bột mài, sự phóng điện hoặc chùm tia năng lượng ... chúng làm cho quá trình mòn do ma sát phức tạp thêm.

e. Phá huỷ bề mặt do hiện tượng fretting [7]

Quá trình fretting được đặc trưng

- Bởi sự có mặt của các chuyển vị nhỏ (bắt đầu có trị số lớn hơn khoảng cách giữa các nguyên tử;
- Bởi sự đặc tính động của tải trọng;
- Bởi sự ô xy hoá trong không khí làm tạo ra các sản phẩm bị ăn mòn;
- Một số nhà khoa học còn cho rằng quá trình fretting còn do tróc gây nên thể hiện rõ nhất ở những chỗ tiếp xúc.
- Là hiện tượng phá huỷ bề mặt do tróc, gỉ do sự ôxy hoá động, xảy ra do tổng hợp của nhiều yếu tố: ma sát, áp lực, độ dịch chuyển bề mặt tiếp xúc nhỏ, nhất là ở điều kiện vận tốc (v) lớn, áp lực cao (p), nhiệt độ (t⁰) cao. Muốn giảm hiện tượng này ta cần giảm vận tốc (v), áp lực (p), nhiệt độ (T⁰).

f. Sự phá huỷ bề mặt do ăn mòn kim loại:

Ăn mòn là sự phá huỷ kim loại do tương tác hoá học, điện hoá hoặc sinh hoá của kim loại với môi trường. Quá trình ăn mòn kèm theo sự ô xy hoá bề mặt kim loại để tạo thành hợp chất hoá học của kim loại (oxit, hydroxit, cacbonat,...).

g. Sự phá huỷ bề mặt do ăn mòn điện : Sự phá hỏng bề mặt do tác dụng phóng điện khi có dòng điện đi qua : cổ góp, chổi than, các cơ cấu đóng và ngắt điện,...

2.5. ĂN MÒN KIM LOẠI [8, 9, 15]

2.5.1 Cấu tạo của kim loại và ảnh hưởng của nó đến quá trình ăn mòn:

Cấu tạo của kim loại có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình ăn mòn kim loại. Ở điều kiện bình thường kim loại và hợp kim đều ở trạng thái rắn, có ánh kim, dẫn nhiệt, dẫn điện, tính công nghệ tốt,... Kim loại có cấu tạo mạng tinh thể, các nguyên tử được sắp xếp theo một thứ tự nhất định. Giữa chúng có khoảng cách. Các ion nguyên tử trong kim loại không chuyển động hỗn loạn mà nó chỉ dao động xung quanh một vị trí cân bằng. Mỗi liên kết trong kim loại về bản chất thì giống mỗi liên kết cộng hoá trị. Nhưng có điểm khác là các điện tử hoá trị trong kim loại không chỉ dùng riêng cho 1 cặp liên kết đứng gần nhau mà dùng chung cho toàn bộ khối kim loại. Các điện tử hoá trị sau khi tách khỏi nguyên tử kim loại thì chuyển động hỗn loạn, nó đi từ quỹ đạo của nguyên tử này sang quỹ đạo của nguyên tử khác tạo thành lớp mây điện tử. Mỗi liên kết đặc biệt đó gọi là liên kết kim loại. Tuy nhiên trong kim loại còn tồn tại dạng liên kết cộng hoá trị. Hai dạng này có khả năng chuyển hoá cho nhau.

2.5.2 Sự ăn mòn kim loại

Ăn mòn kim loại là hiện tượng tự ăn mòn và phá huỷ bề mặt dần dần của các vật liệu kim loại do tác dụng hoá học hoặc tác dụng điện hoá giữa kim loại với môi trường bên ngoài [6].

Khái niệm gỉ kim loại chỉ dùng cho sự ăn mòn sắt hay hợp kim trên cơ sở sắt với sự tạo thành sản phẩm ăn mòn chủ yếu gồm hydroxít bị hydrat hoá.

Khả năng phát sinh ăn mòn phụ thuộc nhiều yếu tố của vật liệu kim loại, tính chất môi trường, nhiệt độ, thời gian, áp lực.

Phân loại ăn mòn

a - Dựa theo quá trình ăn mòn ăn mòn được chia ra :

1. Ăn mòn hoá học
2. Ăn mòn điện hoá.

b/ Dựa theo môi trường Tùy theo môi trường người ta chia ra :

1. Ăn mòn trong khí : ôxy, khí sunfua, khí H_2S ,...
2. Ăn mòn trong không khí : Ăn mòn trong không khí ướt, ăn mòn trong không khí ẩm, ăn mòn trong không khí khô.
3. Ăn mòn trong đất.
4. Ăn mòn trong chất lỏng (kiềm, axit, muối,...

Như vậy : Dạng ăn mòn xâm thực là do sự chuyển động tiếp xúc giữa các bề mặt vật rắn và dòng chuyển động của các chất lỏng, chất khí. (ăn mòn

hoá học); Dạng ăn mòn do tiếp xúc với các môi chất như axit, bazơ và có tác nhân điện gọi là ăn mòn điện hoá. Kim loại đen: như thép, gang bị ăn mòn mạnh nhất. Thang ăn mòn được xếp theo bảng 2-1

b - Phân loại mức độ chịu ăn mòn của vật liệu

Bảng 2 - 1

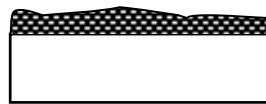
Nhóm chịu ăn mòn	Chỉ số ăn mòn sâu mm/năm	Thang
Cực kỳ bền	< 0,001	1
Rất bền	0,001 - 0,005	2
	0,005 - 0,010	3
Bền	0,01 - 0,05	4
	0,05 - 0,10	5
Khá bền	0,1 - 0,5	6
	0,5 - 1,0	7
Kém bền	1,0 - 5,0	8
	5 - 10	9
Không bền	Lớn hơn 10	10

Đa số kim loại đều bị ăn mòn (bị rỉ) khi tiếp xúc với môi trường, một số rất ít bị rỉ hạn chế hoặc lớp rỉ có khả năng tự bảo vệ lấy nó. Khả năng phát sinh ăn mòn phụ thuộc nhiều yếu tố: loại kim loại, tính chất môi trường, nhiệt độ, thời gian, áp lực.

Ví dụ:

- Mg: bị gỉ nhanh trong không khí, nhưng không rỉ trong môi trường nước biển
- Al: có khả năng chống gỉ ở môi trường không khí, nhưng dễ bị phá huỷ ở môi trường kiềm.
- Cr: chống gỉ đối với axit vô cơ nhưng dễ gỉ trong axit hữu cơ (axit axetic, H₂S...)
- Thép Cr - Ni: Có khả năng chịu được môi trường axit chua.
- Zn (kẽm): Chống gỉ tốt môi trường nước lạnh, nhưng ở nhiệt độ lớn hơn 60 độ (T⁰>60⁰) thì dễ bị gỉ.

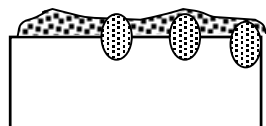
Cấu trúc của gỉ cũng khác nhau: gỉ vùng, gỉ bề mặt, gỉ ngấm, gỉ tự bong, gỉ vũng bền... [9, 14].



a



b



c



d

Hình 2-3 Các dạng ăn mòn bề mặt [9]

a/ ăn mòn đều, b/ ăn mòn không đều,
c/ ăn mòn lựa chọn, d/ ăn mòn giữa các tinh thể.

2.5.4 Ăn mòn hoá học [8, 9, 14, 15]

Do môi trường mà kim loại tiếp xúc, có nhiều yếu tố (nước ẩm, O₂, N₂, sulfít...) gây ra các phản ứng hoá học hay liên kết hoá học.

Ăn mòn hoá học

Là sự ăn mòn kim loại do tác dụng đơn thuần của phản ứng hoá học giữa vật liệu kim loại với môi trường xung quanh có chứa chất xâm thực (O₂, S₂, Cl₂,...) Hay nói cách khác là quá trình ăn mòn hoá học xảy ra trong môi trường khí và trong các môi trường các chất không điện ly dạng lỏng (chủ yếu là ăn mòn các thiết bị, ống dẫn các nhiên liệu lỏng lẫn các hợp chất sunfua,... Các chất không điện ly : Brôm lỏng, lưu huỳnh nóng chảy, dung môi hữu cơ như benzen, nhiên liệu lỏng : dầu hỏa, xăng, dầu khoáng...

Ví dụ :

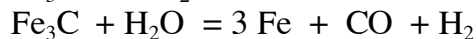
- Brôm lỏng tác dụng với nhiều kim loại ở nhiệt độ thường. Đặc biệt nó phá huỷ rất mạnh đối với thép các bon, Ti. Với Ni, thì yếu với nhôm thì phá huỷ chậm.
- Lưu huỳnh nóng chảy : phá huỷ mạnh với Cu, Sn, Pb ; thép các bon và Ti phá huỷ chậm.
- Ăn mòn do không khí chủ yếu là do quá trình ôxy hoá kim loại ở nhiệt độ cao. [9], [15]

Ví dụ:

Hiện tượng ôxy hoá của thép và gang



Hiện tượng mất các bon của thép và gang :

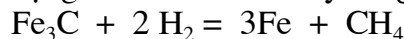


Quá trình mất các bon sẽ làm giảm độ cứng, độ chịu mài mòn và giảm giới hạn đàn hồi.

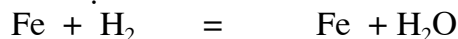
Nhôm (Al) là nguyên tố hợp kim tốt nhất dùng để tăng độ bền của gang và thép nhằm chống lại sự mất các bon. Sau đó là Cr, W, Mn có khả năng yếu hơn.

Al và Cr có lớp ôxyd chặt, có khả năng ngăn cản quá trình xâm nhập của môi trường khí, còn các nguyên tố W, Mn chỉ có tác dụng ngăn cản quá trình khuếch tán của các bon ra ngoài bề mặt.

Hiện tượng mất các bon do hydro gọi là hiện tượng dòn hydro :



Phản ứng này làm giảm lượng các bon và tạo ra khí CH₄ làm phá huỷ mối liên kết trong kim loại.

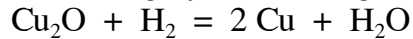


Hơi nước trong phản ứng này thoát ra cũng làm phá huỷ liên kết trong kim loại.

Sự ăn mòn của khí hydro đối với đồng thường xảy ra ở nhiệt độ trên 400 °C (>400°C):

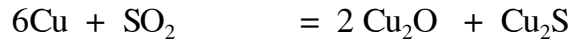


Trong môi trường hydro thì đồng ôxyt bị khử :



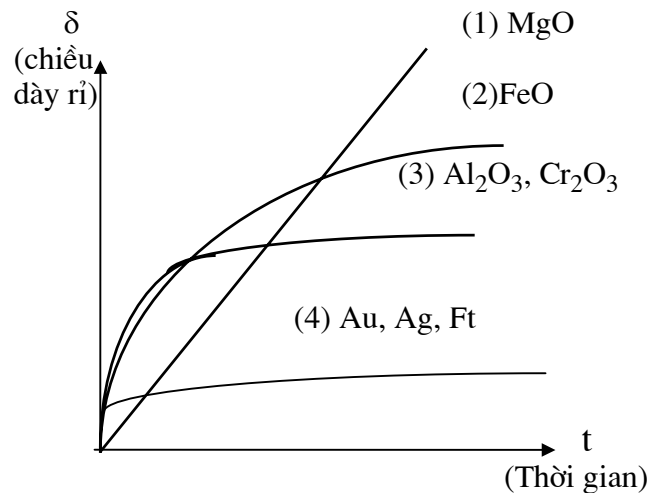
Hơi nước thoát ra qua đường biên giới hạt làm phá huỷ mối liên kết trong kim loại, làm giảm độ bền và gây nên những vết nứt nhỏ.

Sự ăn mòn của khí sunfua (SO₂) đối với đồng :



ở nhiệt độ cao : $3 \text{Ni} + \text{SO}_2 = \text{NiS} + 2 \text{NiO}$

NiS tạo thành hợp chất Ni - Ni₃S₂ có nhiệt độ nóng chảy thấp (khoảng 625 °C) các hợp chất này nằm ở vùng tinh giới hạt làm phá vỡ mối liên kết và làm giảm độ bền nhiệt.



Hình 2 - 4 Khả năng bị ăn mòn hoá học của một số chất

Các nhóm kim loại khác nhau thì khả năng bị ăn mòn hoá học cũng khác nhau.

(1) Tốc độ ăn mòn hoá học không đổi; chiều dày lớp gỉ tăng tuyến tính theo thời gian.

(2) Quá trình ăn mòn xảy ra chậm hơn.

(3) (4) Quá trình ôxy hoá xảy ra rất nhanh nhưng tạo nên lớp ôxyt rất bền vững; tốc độ ôxy hoá hầu như không tăng theo thời gian

2.5.5. Ăn mòn điện hoá:

Là quá trình xảy ra khi kim loại tiếp xúc với môi trường điện phân tức là môi trường dẫn điện (chú ý người ta gọi : dung dịch chất điện ly còn gọi là chất điện giải). Ăn mòn điện hoá là sự ăn mòn do phản ứng điện hoá xảy ra ở 2 vùng khác nhau trên bề mặt kim loại. Quá trình ăn mòn điện hoá có phát sinh dòng điện tử chuyển động trong kim loại và dòng các ion chuyển động trong dung dịch điện ly theo một hướng nhất định từ vùng điện cực này đến vùng

điện cực khác của kim loại. [9] trang 8,9). Tốc độ ăn mòn điện hoá xảy ra khá mãnh liệt so với ăn mòn hoá học.

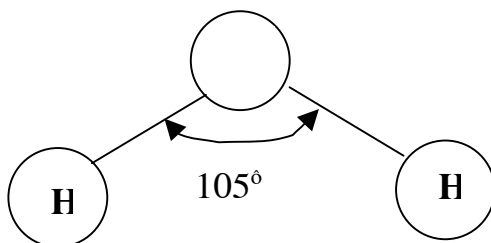
Chất điện ly mạnh : HCl , HNO_3 , H_2SO_4 loãng, các bazơ: NaOH ,... (trừ NH_4OH), các muối NaCl ,

Chất điện ly yếu : H_2SO_4 đặc, axit hữu cơ, các muối bazơ, nước nguyên chất H_2O .

Ăn mòn điện hoá là dạng ăn mòn xảy ra khi kim loại tiếp xúc với môi trường điện phân (ăn mòn tiếp xúc). Đây là dạng ăn mòn khá phổ biến. Bản chất gây ăn mòn điện hoá là do các vpin xuất hiện trên bề mặt tiếp xúc, cường độ và tốc độ ăn mòn điện hoá xảy ra mãnh liệt hơn nhiều so với ăn mòn hoá học. Để hiểu rõ bản chất ăn mòn điện hoá ta cần tìm hiểu hiện tượng hydrat hoá.

Hiện tượng hydrat hoá :

Ta biết rằng trong phân tử nước nguyên chất chỉ có một lượng rất nhỏ các phân tử nước phân ly thành H^+ và OH^- . Trong phân tử nước không phân ly, các nguyên tử hydro liên kết với oxy không theo đường thẳng mà tạo thành một góc 105° .



Hình 2-5 Sơ đồ cấu tạo phân tử nước không phân ly [9]

Do có liên kết như vậy nên các phân tử nước không điện ly có một trung tâm điện tích âm và một trung tâm tích điện dương và người ta gọi phân tử nước là phân tử lưỡng cực.

Các ion của chất điện ly trong dung dịch nước đều bị lực hút tĩnh điện của các phân tử nước lưỡng cực sắp xếp có hướng trong không gian gọi là sự hydrat hoá.

Quá trình ăn mòn điện hoá là do khả năng của ion kim loại tách khỏi bề mặt của nó và chuyển vào dung dịch. Sự di chuyển đó đòi hỏi phải có một năng lượng để kéo ion kim loại ra khỏi mạng lưới của nó ở bề mặt tiếp xúc và chuyển vào dung dịch điện ly. Đối với các kim loại khác nhau thì khả năng này cũng khác nhau.

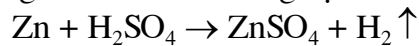
Ăn mòn điện hoá bao gồm 3 quá trình cơ bản : Quá trình anot, quá trình catốt và quá trình dẫn điện.

1. Quá trình anot (xảy ra trên dương cực) là quá trình oxy hoá. Ion kim loại chuyển vào dung dịch và giải phóng điện tử.
2. Quá trình catốt (quá trình xảy ra trên cực âm) là quá trình khử điện hoá. Các chất oxy hoá nhận điện tử do kim loại bị ăn mòn.
3. Quá trình dẫn điện : các điện tử kim loại bị ăn mòn giải phóng sẽ di chuyển từ anot tới catốt, còn các ion dịch chuyển trong dung dịch.

Như vậy trong quá trình ăn mòn điện hoá, kim loại hoạt động như 1 pin ta gọi là pin ăn mòn cục bộ (hay vi pin).

Khi ta nhúng thanh kim loại vào một dung dịch điện ly, trên bề mặt sẽ tạo nên lớp điện tích kép và đó là nguyên nhân tạo nên bước nhảy điện thế giữa bề mặt kim loại và dung dịch điện ly.

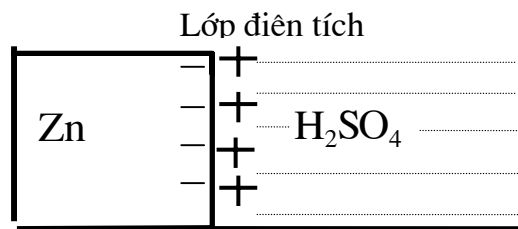
Ví dụ: Nhúng mẫu Zn vào dung dịch loãng H_2SO_4 :



Ở đây kẽm bị hoà tan trong dung dịch H_2SO_4 loãng và hidro (H_2) thoát ra.

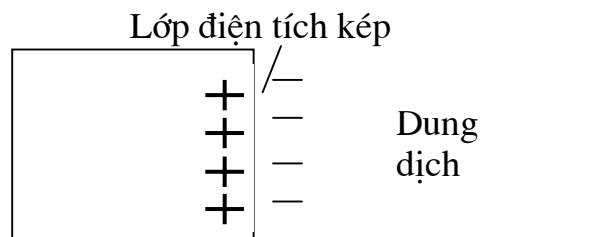
Tốc độ ăn mòn của Zn trong H_2SO_4 loãng tăng vọt lên (không theo quy luật ăn mòn hoá học như đã xét ở trên hình 2-4)

Khi tiếp xúc với dung dịch, các ion kim loại bị hidrat hoá, các ion kim loại (kation) sẽ chuyển vào dung dịch và trên bề mặt bị dư điện tử sẽ tích điện âm. Trên bề mặt giới hạn 2 pha sẽ xuất hiện lớp điện tích kép [14]. Sơ đồ sự hình thành lớp điện tích kép của kim loại như hình 2-6



Hình 2 - 6 Sự hình thành điện lớp điện tích kép dạng (- +)

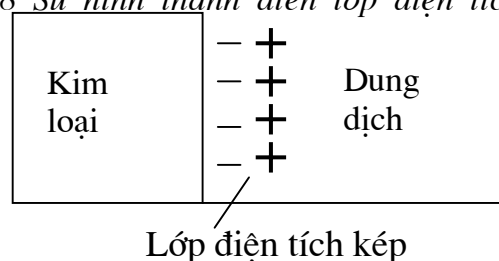
Nếu năng lượng hidrat hoá không đủ lớn để tách các ion kim loại vào dung dịch thì trên bề mặt kim loại có thể hấp phụ các cation của dung dịch. Khi đó bề mặt kim loại sẽ tích điện dương và dung dịch sẽ tích điện âm và ta cũng có lớp điện tích kép tương ứng (hình 2-7).



Hình 2-7 Sự hình thành điện lớp điện tích kép (+ -)

Khi kim loại không bị hidrat hoá mà nó hấp phụ chọn lọc các anion (ion âm như Cl^-) hoặc hấp thụ các phân tử lưỡng cực (ví dụ H_2O) thì lớp điện tích kép nằm hoàn toàn trong pha lỏng (Hình 2-8)

Hình 2-8 Sự hình thành điện lớp điện tích kép hoàn toàn trong dung dịch[9]



Từ bề mặt kim loại sang dung dịch sẽ có bước nhảy điện thế tại bề mặt tiết xúc. Độ chênh lệch điện thế giữa bề mặt kim loại với dung dịch gọi là điện thế điện cực của kim loại. Hiện nay chưa có phương pháp tính toán và xác định trị số tuyệt đối nên người ta chỉ xác định trị số tương đối của nó bằng cách chọn điện cực chuẩn hidro và quy ước điện thế điện cực chuẩn của hidro bằng không [6].

Quá trình nguyên tử bị mất điện tử và bị hydrat hoá gọi là quá trình oxy hoá. Ký hiệu là I_1 ; I_2 là quá trình mà các cation từ dung dịch đến bề mặt kim loại gọi là quá trình hoàn nguyên hay khử kim loại.

Khi ta nhúng thanh kẽm Zn vào dung dịch muối của nó (ví dụ $ZnCl_2$) thì quá trình oxy hoá và khử xảy ra chỉ do các kation (ion dương) của kim loại điện cực. Nghĩa là dòng điện trao đổi I_1 và I_2 chỉ bao gồm các điện tích của ion kẽm.

Khi cân bằng ta có dòng điện trao đổi $I_1 = I_2$ và ta có phương trình thuận nghịch như sau:



Trong trường hợp này (trường hợp có cân bằng) thế điện cực kim loại E được tính theo phương trình của Nernst [9, 14]:

$$E = E_0 + \frac{RT}{n.F} \log a \quad (\text{vôn})$$

E_0 - điện cực chuẩn (khi $a = 1$ nên $\log a = 0$)

R- Hằng số khí lý tưởng. T - Nhiệt độ điện cực ($^{\circ}K$)

n- Số điện tích trao đổi F - Hằng số Faraday.

a- Hoạt độ ion kim loại (Me^{n+}) có mặt trong chất điện phân. (mol/lít)

Phương trình trên có ý nghĩa khi nhiệt độ là $20^{\circ}C$. Xét phương trình trên ta thấy khi $C = 1$ thì $E = E_0$ (E_0 - điện thế điện cực chuẩn)

- Điện thế điện cực kim loại phụ thuộc: kim loại, nồng độ dung dịch điện ly, nhiệt độ, áp lực,...
- Đặc tính dung dịch, nồng độ ion...

Trong thực tế ta không thể đo trực tiếp giá trị tuyệt đối của điện thế điện cực cân bằng (thuận nghịch) giữa kim loại và dung dịch.

Để tiện so sánh, người ta đo điện thế điện cực ở điều kiện chuẩn:

$T^0 = 25^{\circ}C$, nồng độ ion kim loại trong dung dịch: 1g ion/l và gọi là điện thế chuẩn. Ở điều kiện này với hydro có điện thế quy ước $E_0 = 0$ vôn.

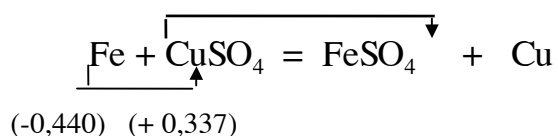
Bảng điện thế tiêu chuẩn của kim loại ở $25^{\circ}C$ (bảng 2-2):

Bảng 2 - 2

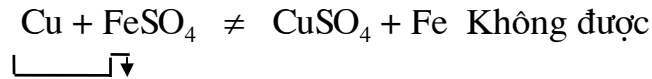
Kim loại	Điện cực và phản ứng tạo thành điện thế	Thế điện cực chuẩn $E_0(\text{vôn})$
Kali	$\text{K}^+ + e \rightarrow \text{K}$	-2,925
Canxi	$\text{Ca}^{2+} \quad \text{Ca}$	-2,866
Natri	$\text{Na}^+ \quad \text{Na}$	-2,714
Magie	$\text{Mg}^{2+} \quad \text{Mg}$	-2,363
Titan	$\text{Ti}^{2+} \quad \text{Ti}$	-1,750
Nhôm	$\text{Al}^{3+} \quad \text{Al}$	-1,662
Mangan	$\text{Mn}^{2+} \quad \text{Mn}$	-1,180
Kẽm	$\text{Zn}^{2+} \quad \text{Zn}$	-0,763
Crôm	$\text{Cr}^{3+} \quad \text{Cr}$	-0,744
Sắt	$\text{Fe}^{2+} \quad \text{Fe}$	-0,440
Cadimi	$\text{Cd}^{2+} \quad \text{Cd}$	-0,403
Côban	$\text{Co}^{2+} \quad \text{Co}$	-0,277
Niken	$\text{Ni}^{2+} \quad \text{Ni}$	-0,250
Thiếc	$\text{Sn}^{2+} \quad \text{Sn}$	-0,136
Chì	$\text{Pb}^{2+} \quad \text{Pb}$	-0,126
Hydro	$\text{H}^+ \quad \text{H}_2$	± 0
Thiếc	$\text{Sn}^{4+} \quad \text{Sn}$	+0,050
Atimon	$\text{Sb}^{3+} \quad \text{Sb}$	+0,250
Bitmut	$\text{Bi}^{3+} \quad \text{Bi}$	+0,230
Đồng	$\text{Cu}^{2+} \quad \text{Cu}$	+0,337
Đồng	$\text{Cu}^+ \quad \text{Cu}$	+0,521
Thủy ngân	$\text{Hg}^{2+} \quad \text{Hg}$	+0,798
bạc	$\text{Ag}^+ \quad \text{Ag}$	+0,799
Paladi	$\text{Pd}^{2+} \quad \text{Pb}$	+0,830
Platin	$\text{Pt}^{2+} \quad \text{Pt}$	+1,200
Vàng	$\text{Au}^+ \quad \text{Au}$	+1,700

Như vậy, những kim loại nào có thể đẩy H^+ ra khỏi dung dịch của nó và hoà tan thì kim loại đó có thế điện cực chuẩn âm (-), ngược lại những kim không thể đẩy H^+ ra khỏi dung dịch của nó và hoà tan thì có thế điện cực chuẩn dương (+). Điện thế kim loại nào càng âm thì kim loại ấy có tính hoạt động điện hoá cao, kim loại có thế điện cực chuẩn âm hơn thì có thể đẩy kim loại có điện thế chuẩn dương hơn ra khỏi muối của nó.

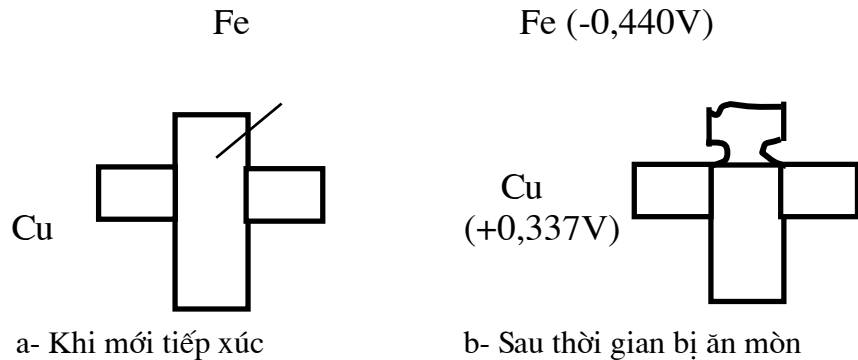
Ví dụ:



Ngược lại thì không xảy được:



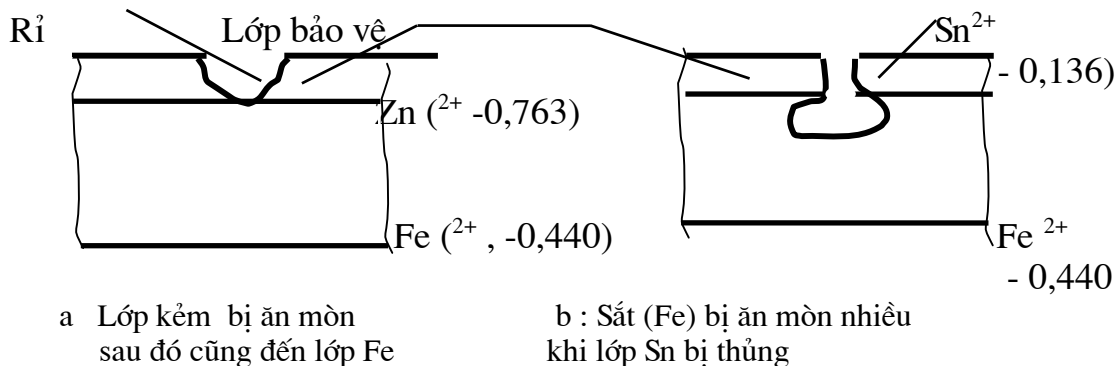
Từ đó ta nhận thấy rằng: Không những do những phản ứng hoá học xảy ra mà phổ biến là do thế điện cực kim loại làm xuất hiện lớp điện tích kép trên bề mặt tiếp xúc của kim loại đưa đến sự ăn mòn kim loại vì điện hoá. Sự ăn mòn này không chỉ xảy ra giữa bề mặt kim loại với dung dịch điện ly mà xuất hiện ngay giữa các bề mặt tiếp xúc của những kim loại có thế điện cực chuẩn khác nhau. Để rõ hơn kết luận này ta xem xét một số hiện tượng như sau: (H 2- 9)



Hình 2 - 9 Sự ăn mòn khi có 2 kim loại có điện thế khác nhau

Lắp đặt một chốt sắt vào đồng, sau một thời gian chốt sắt bị gỉ nhanh ở vùng tiếp xúc vì chúng có điện thế chuẩn khác nhau khá lớn, lớp điện tích kép có hiệu số điện thế: $+0,337[\text{Cu}^{2+}] - (-0,440)$, $[\text{Fe}^{2+}] = 0,777\text{V}$, do mối ghép tiếp xúc nhau nên điện trở nhỏ nhất, dòng điện gây ra ăn mòn điện hoá là lớn nhất làm cho vùng mép mòn nhanh nhất. Ở đây sắt tiếp xúc với đồng và sắt bị ăn mòn, các điện tử đi ra từ sắt vào đồng lúc này sắt trở thành dương cực và đồng trở thành âm cực.

+ Xét trường hợp tấm thép (Fe) mạ kẽm Zn (hình 2 - 10) và tấm thép mạ thiếc Sn (hình 2 - 11) lớp mạ không tốt, không kín để lại các kẽ hở hay lỗ trống để môi trường không khí thấm thấu vào thì sự gỉ điện hoá sẽ phá hoại mép tiếp xúc như hình vẽ (H. 2-10 và 2-11). Khả năng bền vững của $\text{Zn} < \text{Fe} < \text{Sn}$



Hình 2 - 10 Sơ đồ các lớp bảo vệ bằng Zn và Sn bị ăn mòn

Ăn mòn điện hoá là dạng ăn mòn tương đối phổ biến và đa dạng đối với các thiết bị công trình vật dụng có sử dụng kim loại, nó không những xuất hiện khi kim loại tiếp xúc với dung dịch điện ly, tiếp xúc giữa các kim loại với nhau mà còn xảy ra khi tiếp xúc với môi trường, khí quyển, đất, nước, nước biển, dòng điện rò, thậm chí ngay giữa các cấu trúc kim loại không đồng nhất (tinh giới hạt, thiên tích lệch...) hoặc dưới tác dụng các ứng lực về cơ học.

Trong kỹ thuật, ăn mòn nói chung là hiện tượng có hại, cần phải có nhiều biện pháp khắc phục từ sự hiểu biết về nguyên nhân và bản chất gây gỉ như đã nói trên. Sự tổn thất kim loại do ăn mòn hàng ngày, hàng giờ trong kỹ thuật và đời sống là vô cùng to lớn. Người ta đã ước tính rằng: Cứ 1A dòng điện 1 chiều bị rò hàng năm gây tổn thất 90 kg Fe, 11 kg Cu, 37 kg Pb... Lượng kim loại tổn thất do ăn mòn chiếm 10 ÷ 30% lượng kim loại sản xuất hiện nay.

2.5.6 Biện pháp chống ăn mòn:

Xử lý cấu trúc, xử lý môi trường gây ăn mòn, bảo vệ điện hoá, phun phủ tráng, xử lý amốt - catốt, bảo vệ trước mắt... Sẽ trình bày kỹ hơn ở chương bảo vệ kim loại.

2.6 NGUYÊN NHÂN CỦA MÀI MÒN

2.6.1 Nguyên nhân do vận hành :

- Thiếu sự tuân thủ các yêu cầu và điều kiện về kỹ thuật khi vận hành
- Bôi trơn không đảm bảo, điều kiện bôi trơn không tốt, quá hạn thay dầu mỡ,
- Do các chất bẩn tích tụ, hay do sản phẩm mài mòn lẫn trong dầu mỡ gây nên.
- Lắp ghép không chuẩn nên mối ghép không đều gây mất cân bằng,...
- Do vận hành trong khi máy đã quá tải;
- Không thường xuyên kiểm tra bảo dưỡng máy, không phát hiện các sự cố hỏng hóc máy, không sửa chữa kịp thời.
- Do các hỏng hóc khi vận hành như : bị va chạm, ... trong quá trình làm việc.
- Quá giới hạn thời gian vận hành cho phép mà vẫn tiếp tục sử dụng.

2.6.2 Nguyên nhân do ma sát

- Độ nhám của bề mặt tiếp xúc khi làm việc;
- Bụi của môi trường dính bám vào bề mặt chi tiết nơi luôn tiếp xúc nhau;
- Hạt mài, các phần tử kim loại bị mài mòn rơi rớt lại.

2.6.3 - Nguyên nhân do chế độ tải trọng thay đổi

- Do tải trọng khi làm việc thay đổi tĩnh.
- Do tải trọng khi làm việc thay đổi động.

2.6.4 - Nguyên nhân khác

- Nhiệt độ của môi trường bên ngoài và nhiệt độ làm việc.
- Do nhiệt độ tự sinh ra, làm biến đổi cơ, lý, hoá tính của chi tiết;

- Mức độ cơ khí hoá, tự động kiểm tra hiệu chỉnh các chế độ làm việc,...

2.7. VÍ DỤ VỀ SỰ MÀI MÒN CỦA MỘT SỐ BỀ MẶT ĐIỂN HÌNH

- Mặt phẳng của băng máy;
- Hình trụ của trục, piston, séc măng,
- Cặp trục - lỗ có chuyển động quay tương đối;
- Bánh răng, thanh răng,...
- Trục vít me - đai ốc, các mối ghép ren;

2.8. DẤU HIỆU MÀI MÒN

- Do những âm thanh phát ra khi gõ vào chi tiết, (ví dụ khi kiểm tra bánh xe và các chi tiết khác của xe lửa,...)
- Âm thanh phát ra khi máy chạy (máy chạy êm thì tốt, máy chạy có phát ra âm thanh khác thường thì cần xem xét.
- Độ rung động, dao động của máy, độ rơ của các bộ phận máy; khe hở tăng, xuất hiện các sản phẩm bị mài mòn.
- Các biểu hiện ra ngoài : nứt, công vênh, ... hình dạng trục bị biến dạng
- Nhiệt độ tăng không bình thường,
- Tốc độ dịch chuyển của cơ cấu không đều,
- Rò dầu, rò khí, ...

2.9 CÁC YẾU TỐ CHÍNH CỦA QUÁ TRÌNH MÀI MÒN VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA CHÚNG ĐẾN HAO MÒN CỦA CHI TIẾT [11]

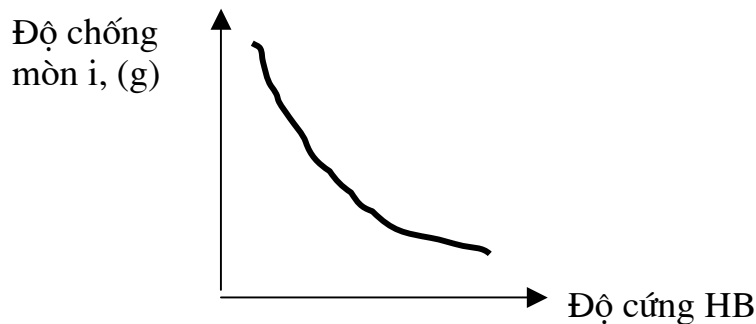
Quá trình mài mòn các bề mặt xảy ra rất phức tạp và phụ thuộc nhiều yếu tố theo các điều kiện tổ hợp khác nhau và những điều kiện cụ thể của từng máy.

Nắm được các yếu tố chính và quy luật mài mòn sẽ giúp chúng ta lựa chọn hợp lý các biện pháp ngăn ngừa hoặc sửa chữa và phục hồi đạt kết quả tốt. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình mài mòn có thể liệt kê như sau :

1. Áp suất trên bề mặt ma sát;
2. Độ cứng trên bề mặt của chi tiết;
3. Cấu trúc kim loại nói chung và đặc biệt là lớp bề mặt;
4. Chất lượng bề mặt chi tiết;
5. Vận tốc chuyển động tương đối của bề mặt này so với bề mặt khác;
6. Hình dáng và kích thước khe hở giữa các bề mặt tiếp xúc;

Áp suất : Ở điều kiện bình thường hao mòn tăng tỷ lệ thuận với áp suất. Khi có bôi trơn thì hao mòn tăng không tuyến tính; áp suất thay đổi sẽ làm thay đổi diện tích tiếp xúc của các bề mặt làm việc, làm thay đổi chiều sâu lớp kim loại bị biến dạng,...

Độ cứng : Kim loại có độ cứng cao bị mài mòn chậm hơn kim loại mềm nhưng không tuân theo quy luật tuyến tính [11].



Hình 2-11 Sự phụ thuộc giữa độ chống mài mòn của thép các bon khi có ma sát trượt và độ cứng HB

Cấu trúc của vật liệu : Thép có cấu trúc nhỏ hạt thì có độ chịu mài mòn tốt hơn; thép tôi có khả năng chịu mài mòn cao; Gang xám có khả năng chống mài mòn, độ chống mài mòn của gang có thể nâng cao bằng nitơ hoá lên 2 - 2,5 lần so với gang crôm [8].

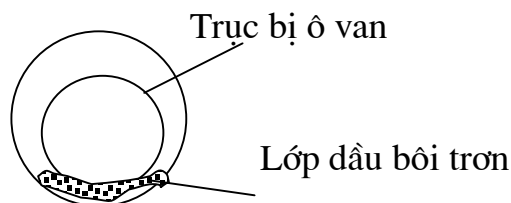
Chất lượng bề mặt ma sát: bao gồm các yếu tố độ nhấp nhô, độ bóng, tính chất vật lý, cấu trúc kim loại, sự tương tác với môi trường tiếp xúc,...

Vận tốc dịch chuyển của bề mặt ma sát : Lượng hao mòn phụ thuộc tốc độ dịch chuyển, loại ma sát. Khi tốc độ lớn, ma sát khô thì hao mòn lớn nhưng trong điều kiện ma sát ướt thì hao mòn nhỏ hơn.

Chất lượng bôi trơn : hao mòn kim loại phụ thuộc điều kiện làm việc, chất lượng chất bôi trơn, phương pháp bôi trơn.

Hình dáng và kích thước của khe hở giữa các bề mặt ma sát :

Các bề mặt làm việc sẽ bị phân cách bởi lớp chất bôi trơn. Hình dáng và khe hở giữa chúng sẽ ảnh hưởng đến phân bố áp lực tác dụng lên các bề mặt và sẽ gây ra hao mòn không đều nếu khe hở không đều,... (xem hình 2-12)



Hình 2 - 12 Sơ đồ vị trí các bề mặt tiếp xúc với lớp chất bôi trơn.

2.10 PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH HAO MÒN [8]

2.10.1 Xác định hao mòn bằng đo vi chi tiết

Để nghiên cứu hao mòn chi tiết người ta tháo máy hay cụm máy và đo chi tiết nhờ các dụng cụ đo ở vị trí cần xác định hao mòn hay biến dạng. Sau một thời gian làm việc nhất định người ta lại tháo máy và đo chi tiết ở vị trí đã đo. Sau nhiều lần lặp lại như vậy ta có thể vẽ được đường cong hao mòn và xác định đặc tính hao mòn của chúng. Phương pháp này cho phép xác định đặc điểm hao mòn của tất cả hay hàng loạt các chi tiết. Tuy nhiên phương pháp này có nhược điểm là khó có thể đo ở cùng một điểm, không thể giữ ổn định nhiệt độ và áp suất lên đầu đo nên dẫn đến sai số. Mỗi lần tháo lắp máy để đo cũng tăng thêm hao mòn cho chi tiết máy.

2.10.2 Xác định hao mòn bằng đo biến dạng

Sử dụng dụng cụ đo biến dạng để xác định tình trạng thay đổi của bề mặt và xác định hao mòn. Phương pháp này sử dụng cho các chi tiết có hao mòn nhỏ.

2.10.3 Xác định hao mòn bằng cân

Cân định kỳ chi tiết và so sánh với khối lượng của chúng trước khi làm việc. Phương pháp này có nhược điểm là không thể phát hiện các vùng bị hao mòn của chi tiết và đặc điểm hao mòn.

2.10.4 Xác định hao mòn theo số lượng kim loại trong dầu bôi trơn

Người ta lấy các mẫu theo định kỳ các mẫu dầu bôi trơn từ hệ thống bôi trơn của động cơ hay hộp số,... rồi xác định lượng kim loại trong đó. Phương pháp này không thể xác định một cách cụ thể hao mòn ở chi tiết nào.

2.10.5 Xác định hao mòn bằng chất đồng vị phóng xạ

Khi chế tạo người ta khoan lỗ và cho chất phóng xạ vào và đếm các phân tử của chất đồng vị phóng xạ.

2.10.6 Xác định hao mòn bằng vết

Người ta tạo vết lên bề mặt chi tiết bằng mũi kim cương hay dao kim cương. Đo định kỳ các đường chéo của vết nhờ kính lúp người ta có thể xác định được kích thước và đặc điểm hao mòn của chi tiết

2.11 ĐỘ MÒN GIỚI HẠN VÀ ĐỘ MÒN CHO PHÉP [6, 10, 11]

Tuỳ thuộc các loại máy, chi tiết và các yêu cầu kỹ thuật mà có các giá trị độ mòn giới hạn theo các chỉ tiêu khác nhau. Có 3 nhóm chính : độ mòn bình thường, độ mòn cho phép và độ mòn giới hạn.

1. Kích thước và đặc trưng kỹ thuật khác của chi tiết tương ứng với thiết kế gọi là độ mòn bình thường
2. Kích thước và đặc trưng kỹ thuật khác của chi tiết cho phép lắp vào máy và làm việc bình thường trong khoảng giữa 2 lần sửa chữa mà không cần sửa chữa gọi là độ mòn cho phép.
3. Kích thước và đặc trưng kỹ thuật khác của chi tiết không thể sử dụng được nữa gọi là các kích thước hay đặc trưng giới hạn

Ví dụ độ mòn giới hạn của một số chi tiết:

- Đường trượt của các máy chính xác cao : $< 0,02 - 0,03 \text{ mm/1000 mm}$

- Máy chính xác thường $< 0,10 - 0,20 \text{ mm}/1000\text{mm}$
- Giới hạn mòn của răng bánh răng trong bộ truyền động $\leq (0,1 - 0,2) \cdot m$ trong đó m là modun bánh răng, mm.
- Lót trục có vết nứt, bong lớp babit và khe hở bôi trơn không đều thì phải đúc bac bít lại.
- Giới hạn mòn của ren vít bàn xe dao, bàn máy, con trượt ngang phải $\leq 10\%$ chiều dày ban đầu của ren khi hành trình chế của đai ốc $\leq 0,25 \text{ mm}$.
- Độ mòn cho phép lớn nhất theo chiều dày của răng hộp tốc độ phải $\leq 15\%$ chiều dày răng ban đầu ; trong các cơ cấu khác của máy cắt kim loại phải ≤ 20 .
- Độ mòn giới hạn của chiều rộng rãnh trong lỗ then hoa trong phạm vi $0,1 - 0,2 \text{ mm}$. Khi mòn quá phải thay.
- Độ mòn giới hạn của chiều rộng rãnh then bằng trên trục phải $\leq 20\%$ kích thước ban đầu của rãnh [6].

Ví dụ khe hở lắp ráp :

Đối với nhóm trục [10] :

Khe hở lắp ráp :

$$S_{\text{trục}} = 0,0005 d + 0,05 \text{ mm}$$

Khe hở lắp ráp giới hạn:

$$S_{\text{giới hạn}} = 0,001 d + 0,1 \text{ mm}$$

Độ ellip giới hạn của cổ trục khuỷu

$$E_{\text{gh}} = S_{\text{gh}} - S_{\text{trục}} = 0,0005 d + 0,05 \text{ mm}$$

Nhóm xy lanh - Piston

Khe hở lắp ráp :

$$S_{\text{Lắp ráp}} = 0,001 D_{\text{xylanh}}$$

Khe hở lắp ráp giới hạn:

$$S_{\text{giới hạn}} = 3 S_{\text{xylanh}} = 0,003 D_{\text{xylanh}}$$

Để xác định các giá trị giới hạn ta có thể dựa vào các chỉ tiêu sau [11]

1. **Chỉ tiêu về kinh tế** : Là chỉ tiêu quan trọng nhất. Để đánh giá ta dựa vào các dấu hiệu : sự giảm năng suất của máy, tăng chi phí nguyên nhiên vật liệu, tăng lượng dầu mỡ bôi trơn,... và cuối cùng là giá thành sản phẩm tăng.
2. **Chỉ tiêu kỹ thuật** : Cho phép giá trị hao mòn giới hạn và đánh giá tình trạng của mỗi chi tiết riêng rẽ trên cơ sở xác định : độ bền, đặc điểm tải trọng, điều kiện ma sát, ứng suất nhiệt, tính chất của bề mặt ma sát,...
3. **Chỉ tiêu về chất lượng** : được đánh giá dựa theo dấu hiệu thay đổi chất lượng làm việc của máy.

2. 12. MA SÁT VÀ BÔI TRƠN [7, 24, 25]

2.12.1. Các loại ma sát :

Theo đặc tính chuyển động:

- a. **Ma sát tĩnh** : là ma sát giữa 2 vật thể trước khi dịch chuyển.
- b. **Ma sát động** : là ma sát giữa 2 vật thể chuyển động tương đối với nhau.

Ma sát động có thể có các dạng sau:

- **Ma sát trượt** : Ma sát do chuyển động giữa 2 vật rắn. Khi một điểm của chi tiết này lần lượt tiếp xúc với nhiều điểm trên chi tiết khác trong quá trình chuyển động. Vận tốc của chúng tại các điểm khác nhau về giá trị và hướng.
- **Ma sát lăn** : Ma sát do chuyển động giữa 2 vật thể rắn. Khi một điểm của chi tiết này tiếp xúc với một điểm ở các vùng khác nhau của chi tiết kia. Trong trường hợp này vận tốc của chúng tại các điểm tiếp xúc nhau bằng nhau.

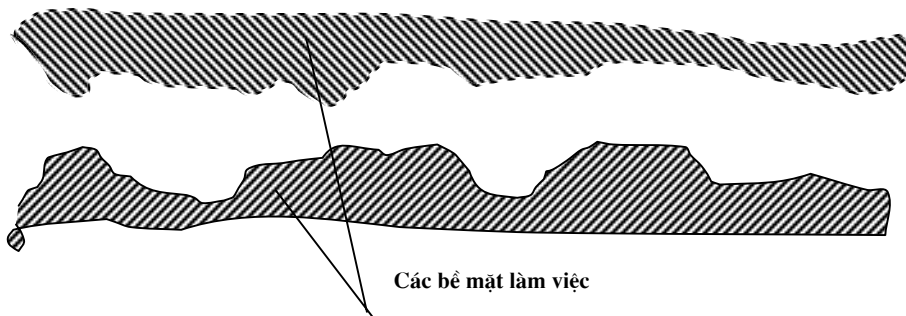
Trong thực tế ma sát này có kèm theo ma sát kia .

Ví dụ : ma sát lăn kèm theo ma sát trượt như ma sát giữa các mặt răng của cặp ăn khớp bánh răng.

Theo đặc tính bôi trơn : Tùy theo tình trạng bề mặt trượt của chi tiết và sự bôi trơn có thể phân ra các dạng ma sát [7, 24, 25]:

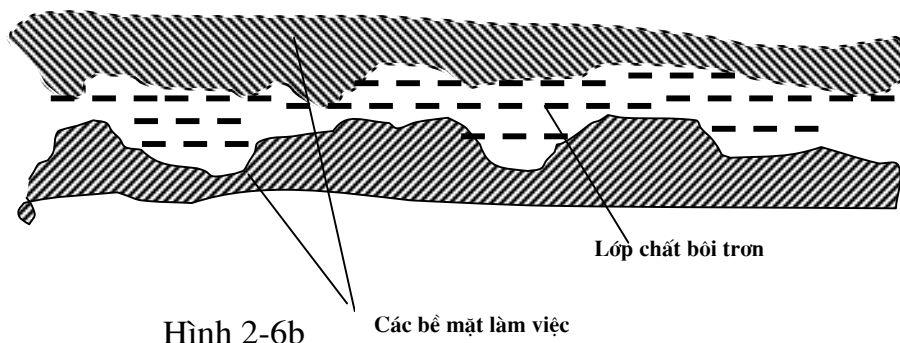
- **Ma sát không bôi trơn** (ma sát khô) : Chỉ xuất hiện giữa 2 bề mặt trượt hoàn toàn không có chất bôi trơn nào (chất lỏng hay chất khí trong tình trạng thẩm thấu). Thực tế dạng ma sát này rất khó thực hiện vì chỉ có thể xảy ra trong chân không.
- **Ma sát có bôi trơn** : là ma sát giữa 2 vật thể mà trên bề mặt của chúng có chất bôi trơn ở bất kỳ dạng nào .

a - Ma sát khô (không có chất bôi trơn) :

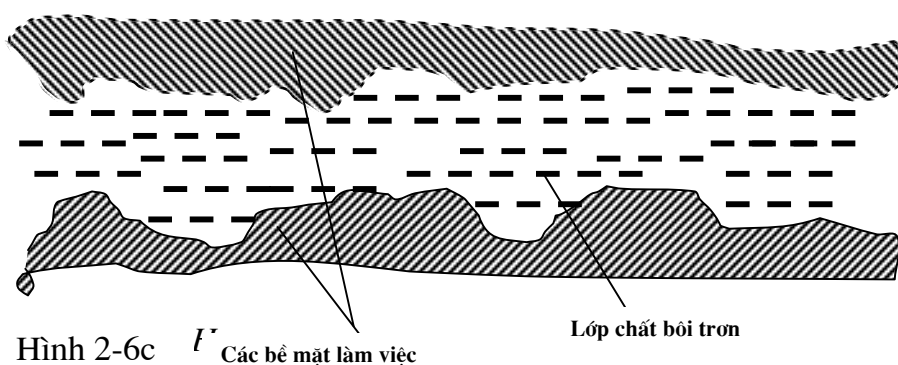


Hình 2-6 a

b - Ma sát hạn chế (chất bôi trơn có chỗ chỉ có một lớp mỏng ($< 0,1 \mu\text{m}$))



c - Ma sát ướt khi giữa 2 bề mặt ma sát có lớp chất bôi trơn dày và bền vững.



Hình 2 - 6 Các dạng ma sát [24,25]

2.12.2 Tác hại của ma sát và mài mòn

Tất cả các loại ma sát đều dẫn đến sự mài mòn chi tiết. Sự mài mòn được quyết định bởi các loại ma sát.

- Sự mài mòn làm thay đổi tính chất vật lý, hoá, cơ tính của vật liệu.
- Làm thay đổi hình dạng, kích thước của chi tiết.
- Làm giảm độ bền và độ tin cậy của máy;
- Làm ảnh hưởng đến khả năng làm việc của các chi tiết máy hay cơ cấu máy.

2.12.3 Bôi trơn

a - Tác dụng của bôi trơn :

- Bôi trơn đúng kỹ thuật có tác dụng, giảm lực ma sát tức là giảm tổn thất công nẩy sinh giữa các chi tiết chịu ma sát;
- Đảm bảo cho máy làm việc tốt, êm, ...
- Giảm hao mòn, giữ vững và nâng cao độ bền (tuổi thọ cho máy).
- Làm cho máy chạy đúng công suất, sử dụng đúng chức năng của nó.
- Bảo vệ chi tiết khỏi bị han gỉ;
- Bảo đảm tính kín, khít của bộ phận ma sát;

- Liên tục làm sạch chi tiết;

b - Vật liệu bôi trơn :

Yêu cầu đối với chất bôi trơn :

- Thoả mãn các chức năng của bôi trơn là giảm ma sát, giảm hao mòn, bảo vệ bề mặt chi tiết, đảm bảo kín khí,...
- Không gây cháy nổ;
- Không gây ảnh hưởng có hại đến vật liệu;
- Đảm bảo bôi trơn với lượng dầu ít nhất;
- Không thay đổi tính chất khi vận chuyển, bảo quản, cung cấp;
- Không tạo các cặn bã nguy hiểm và có hại;
- Ổn định dưới tác dụng bức xạ và các tác dụng xâm thực của môi trường ;
- Không sinh bọt, không tạo nhũ;

c - Phân loại chất bôi trơn :

Theo trạng thái vật lý thì vật liệu bôi trơn có thể chia ra làm 4 loại : lỏng (dầu bôi trơn), đặc, rắn và khí.

- Dầu bôi trơn,
- Mỡ bôi trơn ;
- Các chất rắn bôi trơn như : xà phòng, grafit , bột mi ca,...
- Khí

d - Dầu bôi trơn có các loại :

- Dầu khoáng (là loại được dùng nhiều nhất) được chế tạo từ các sản phẩm của dầu mỏ. Dầu này dùng để bôi trơn và làm mát.
- Dầu động vật (dầu xương, dầu cá, ...)
- Dầu thực vật (dầu gai, dầu thầu dầu,...)

Dầu động vật và dầu thực vật bôi trơn rất tốt, dễ thực hiện ma sát ướt nhưng dễ biến chất và giá đắt nên ít dùng (chi tiết máy T2, P103).

Người ta chia ra các loại dầu : dầu công nghiệp dùng cho bôi trơn máy, dầu động cơ, dầu máy nén, dầu tua bin, dầu phanh, dầu thuỷ lực, dầu bảo quản, dầu biến thế, dầu máy khoan, ...

Ví dụ : Dầu thuỷ lực có chức năng truyền năng lượng tới các bộ phận công tác đồng thời cũng làm luôn nhiệm vụ bôi trơn, làm mát.

Đặc tính của dầu thuỷ lực là: chịu nén tốt (có thể đến 35MPa), chịu biến thiên về nhiệt độ ($-60 \div +50^{\circ}\text{C}$), có tính ổn định cao, có tác dụng bôi trơn, chống ăn mòn, độ nhớt... Tuy nhiên ở nhiệt độ T° cao ($> 75^{\circ}\text{C}$) dầu thuỷ lực dễ bị oxy hoá, cháy... Yêu cầu lượng nước không được $>1\%$, không được trương nở.

Các ký hiệu dầu thuỷ lực của công ty Shell: aershell fluid, Vitrea, Tellus, Donax...của Liên xô (cũ): АГМ МРТУ 38-1-193-66, АУР, МГ- 20, МГ- 30... Một số loại dầu bôi trơn thường dùng trong chế tạo máy.

Bảng 2-3

Tên dầu	Độ nhớt động v ở 50°C	Tên dầu	Độ nhớt động v ở 50°C
	(cSt)		
Dầu công nghiệp nhẹ		Dầu tua bin	
Dầu vaz ơlin	4-5,1	Dầu tua bin 22	20 - 23
Dầu phân ly	6,1 - 10,0	Dầu tua bin 30	28 - 32
Dầu công nghiệp trung bình:		Dầu tua bin 57	55 - 59
Dầu CN 12	10-14	Dầu công nghiệp nặng	
Dầu CN 20	17-23	Dầu xilanh 11	9-13
Dầu CN 30	27 - 33	Dầu dùng cho máy ép	> 10
Dầu CN 45	38 - 52	Dầu dùng cho máy cán H-28	26 - 30
Dầu CN 50	42 - 58		

Phạm vi sử dụng :

- Dầu công nghiệp 12 dùng khi $V \leq 3 \text{ m/s}$
- Dầu công nghiệp 20 dùng khi $V \leq 3 \text{ m/s}$
- Dầu công nghiệp 30 dùng khi $V \leq 1000 \text{ v/ph}$

e - Mỡ bôi trơn :

Mỡ là chất bôi trơn dẻo . Thành phần của mỡ nói chung chứa 80-90% dầu, 10-20% chất làm đặc, ngoài ra có thể có 10% grafit, 5% nước và những tạp chất khác : chất làm đông đặc là xà phòng và cácbuahydro rắn.

Các tính chất của mỡ : độ nhớt, tính chịu mốc, khả năng làm mát, độ xuyên kim, độ keo ổn định, giới hạn bền, không độc hại, không cháy...

Tính chịu nước: Là khả năng không bị phá huỷ khi tiếp xúc với nước, nước ấm, hoặc chịu nước (sau 10-15phút sẽ bị hoà tan) .

Độ xuyên kim: Là chỉ số cơ học qui ước của mỡ bằng chiều sâu của mũi côn chuẩn ngấp sâu trong mỡ đo bằng mm. Đại lượng này biểu hiện độ đặc của mỡ và khả năng chịu tải không bị đẩy ra khỏi ổ trục.

Độ keo ổn định của mỡ: Là khả năng không bị tách dầu ra khỏi mỡ tính theo %.

Giới hạn bền: Là ứng suất trượt tối thiểu của mỡ dưới tác dụng của lực ly tâm, nó biểu hiện khả năng bám trên bề mặt chi tiết dưới tác dụng tốc độ chuyển động.

Phân loại mỡ:

Theo công dụng của mỡ : mỡ thông dụng và mỡ đặc biệt)

Theo phạm vi sử dụng người ta phân loại mỡ thành 5 nhóm: mỡ chống ma sát, mỡ bảo quản, mỡ cấp, mỡ bảo vệ và mỡ làm kín khí. Mỗi loại mỡ các nhiều khác nhau.

Ví dụ :

- Mỡ chân không : là loại mỡ làm kín khí, dính giống cao su. Có khả năng làm việc ở nhiệt độ 10 - 40 °C.
- Mỡ chịu xăng được dùng để làm kín các chỗ nối ren và van của đường ống dẫn xăng. Loại mỡ này không hoà tan trong xăng, dầu hoả, dầu thuỷ lực khoáng hay dầu máy bay.
- Mỡ cấp dùng để bôi trơn cấp, bảo quản, chống ma sát, chịu nước, mịn chắc, ...

f - Bôi trơn khí [7]

Hiện nay, trong ngành chế tạo máy người ta sử dụng các ổ trượt được bôi trơn bằng khí. Cho phép tăng tốc độ quay. Các ổ trượt bôi trơn bằng khí được sử dụng rộng rãi trong kỹ nghệ nguyên tử, chế tạo máy điện tử, chế tạo dụng cụ chính xác, chế tạo máy công cụ, công nghệ dệt và nhiều ngành nghề khác. Ưu điểm của bôi trơn khí là sức cản ma sát thấp, nhiệt toả ra nhỏ, cường độ hao mòn các ổ trượt nhỏ làm cho thời hạn sử dụng tăng. Nhược điểm là khó khắc về công nghệ và kết cấu các ổ đỡ khí, hạn chế khả năng chịu tải trọng.

2.12.4 Độ nhớt : Đặc trưng cho dầu mỡ là độ nhớt.

Độ nhớt là lực ma sát bên trong của chất lỏng. Nó là một đặc tính quan trọng của dầu ảnh hưởng đến tổn thất ma sát và độ rò dầu trong hệ thống dầu ép.

Độ nhớt được phân ra : độ nhớt động lực, độ nhớt động và độ nhớt quy ước hay độ nhớt Engler :

a. Độ nhớt động lực (η)

Độ nhớt động lực là ma sát trong mà lực cần thiết tính bằng 1Niuton (1 N) để di chuyển lớp chất lỏng có diện tích 1 m² một khoảng cách 1 m với vận tốc 1 m/s đơn vị là Pouzơ (P) thứ nguyên là Centipouzơ Cp .

$$1p = \frac{1}{10} Ns / m^2$$

$$1 [N.s/m^2] = 10 \text{ Poazơ} (10p) = 100 \text{ Centypoazơ} (cp)$$

$$F = \eta \frac{dV}{dl} \Delta S$$

F - lực ma sát trong giữa các lớp chất lỏng (N).

ΔS - Diện tích tiếp xúc (cm²)

Δl - khoảng cách (cm)

(dV/dl) - Gradient tốc độ (cm/s)

η - Độ nhớt động lực (Cp) centypouzơ)

a. Độ nhớt động thường gọi là ma sát trong - là tỷ số giữa độ nhớt động lực (kg/(m.s) với kg/cm³ hoặc g/(cm.s) và khối lượng riêng của vật liệu (γ - g/cm³)...

$$v = \frac{\eta}{\rho} \quad (m^2/s)$$

c. Độ nhớt quy ước (độ nhớt Engler hay độ nhớt tương đối)

Là một tỷ số quy ước dùng để so sánh thời gian chảy hết 200 cm³ dầu qua ống dẫn có đường kính 2,8 mm (nhớt kế biểu BY) với thời gian chảy hết 200 cm³ của nước nguyên chất có cùng nhiệt độ 20 °C qua ống dẫn trên.

$$E^{\circ} = \frac{\eta}{\eta_B}$$

η_B - Độ nhớt của một chất đã biết (của nước cất).

Độ nhớt của Engler thường được đo khi dầu ở nhiệt độ 20°C, 50 °C, 100 °C và ký hiệu : E°_{20} , E°_{50} , E°_{100}

Chỉ số độ nhớt là đặc trưng sự thay đổi độ nhớt khi dầu thay đổi nhiệt độ. Thông thường chỉ số độ nhớt được biểu thị bằng thương số độ nhớt động của dầu ở nhiệt độ 50 °C và 100 °C có thứ nguyên là cSt

$$iv = \frac{V_{50}}{V_{100}}$$

Độ nhớt của dầu tùy thuộc vào nhiệt độ. Vì vậy tùy trường hợp bôi trơn mà chọn độ nhớt phù hợp. Tính bôi trơn là khả năng tạo thành màng dầu đàn hồi trên bề mặt chi tiết bôi trơn nhất là trong trường hợp khe hở giữa hai bề mặt bôi trơn có chuyển động tương đối với nhau. Màng dầu này ở nhiệt độ cao hay ở vòng quay trượt lớn có thể dễ dàng cháy và mất đi cho nên phải dùng biện pháp bôi trơn nhỏ giọt, bôi trơn liên tục hoặc ngâm luôn trong dầu bôi trơn.

Ở nhiệt độ quá cao dầu bôi trơn dễ bị oxy hoá để tạo thành lớp sơn động là biểu hiện nguy hiểm cho các bộ truyền, ở trường hợp này trong thành phần dầu cần cho thêm chất rửa.

2.12.5 Nguyên tắc dùng chất bôi trơn [6,7]

Mỗi kiểu máy đều có bản đồ bôi trơn trong đó có các chỉ dẫn : mark chất bôi trơn, mức tiêu thụ, phương pháp bôi trơn và chế độ bôi trơn.

Thợ đứng máy : tra dầu theo quy định vận hành máy

Thợ tra dầu có nhiệm vụ :

- Rửa và lau sạch các thùng dầu, bể chứa dầu, lọc dầu
- Tiến hành bôi trơn các cơ cấu;
- Thay dầu đã sử dụng; tra mỡ vào các vú mỡ;
- Chăm sóc hệ thống bôi trơn và đồ gá bôi trơn

Nguyên tắc chọn chất bôi trơn :

- Xét điều kiện làm việc của bề mặt bôi trơn: nhiệt độ, lực, áp lực, động lực, vận tốc lăn, trượt,...
- Nguyên tắc chung là cơ cấu có vận tốc càng nhanh thì dùng dầu có độ nhớt thấp. Nếu dùng dầu có độ nhớt cao sẽ tổn công suất của máy và làm các bề mặt trượt nóng nhiều.
- Vận tốc chậm thì dùng độ nhớt cao hay chất bôi trơn dẻo (mỡ) . Nếu dùng dầu có độ nhớt thấp thì dưới áp lực lớn dầu sẽ bị đẩy ra khỏi vùng tiếp xúc, nơi ta cần bôi trơn.

- Cơ cấu làm việc ở nhiệt độ cao, chạy chậm, chịu tải trọng lớn, thì dùng chất bôi trơn ở thể rắn như : bột tan, grafit, bột mica...

Chất bôi trơn dẻo (mỡ) thường dùng để bôi trơn các bộ truyền hở có vận tốc $V < 4 \text{ m/s}$ hay các bộ truyền không thể dùng chất bôi trơn lỏng [6].

Ví dụ đối với ổ bi dùng chất bôi trơn lỏng : ổ bi làm việc ở tải trọng nặng và vận tốc chậm : thì dùng dầu có độ nhớt cao như dầu công nghiệp CN 45, 50, dầu truyền động.

Đối với ổ bi quay nhanh thì nên dùng dầu CN 12, 20, 30, dầu biến thế,...

2.12.6. Các phương pháp bôi trơn :

a. Bôi trơn riêng lẻ (Dùng vít dầu ấn bi, miệng tra dầu có nắp, cốc tra dầu có bậc

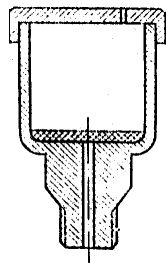
b. Bôi trơn kiểu nhỏ giọt;

c. Bôi trơn tập trung

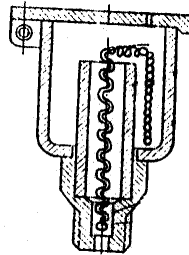
- Bằng vòng dầu,
- Tự bôi trơn bằng sương mù, cơ cấu quay nhanh dầu + khí phun lên nơi cần bôi trơn bằng những hạt li ti $0,1 - 0,003 \text{ mm}$. Tự bôi trơn: Hộp giảm tốc, hộp tốc độ cơ cấu bánh răng, bộ bánh vít trục vít.
- Bôi trơn bằng mỡ đặc hoặc dầu có độ nhớt cao bơm có áp lực đẩy vào tuần hoàn cưỡng bức với bơm có lưu lượng và áp suất P xác định.
- Bôi trơn theo kiểu "sương mù": Dùng cho những cơ cấu quay tốc độ nhanh. Nguyên tắc dầu và khí được phun ở dạng hạt nhỏ li ti $0,1 \div 0,003 \text{ mm}$.
- Bôi trơn bằng chất dẻo và chất lỏng chuyên dùng: mỡ, bột tan, grafit, mica...: Sử dụng vú bơm dầu dùng áp lực đẩy vào.

Đối với bộ truyền xích nên cố gắng bôi trơn nhiều dầu để tăng tuổi thọ cho máy [4]

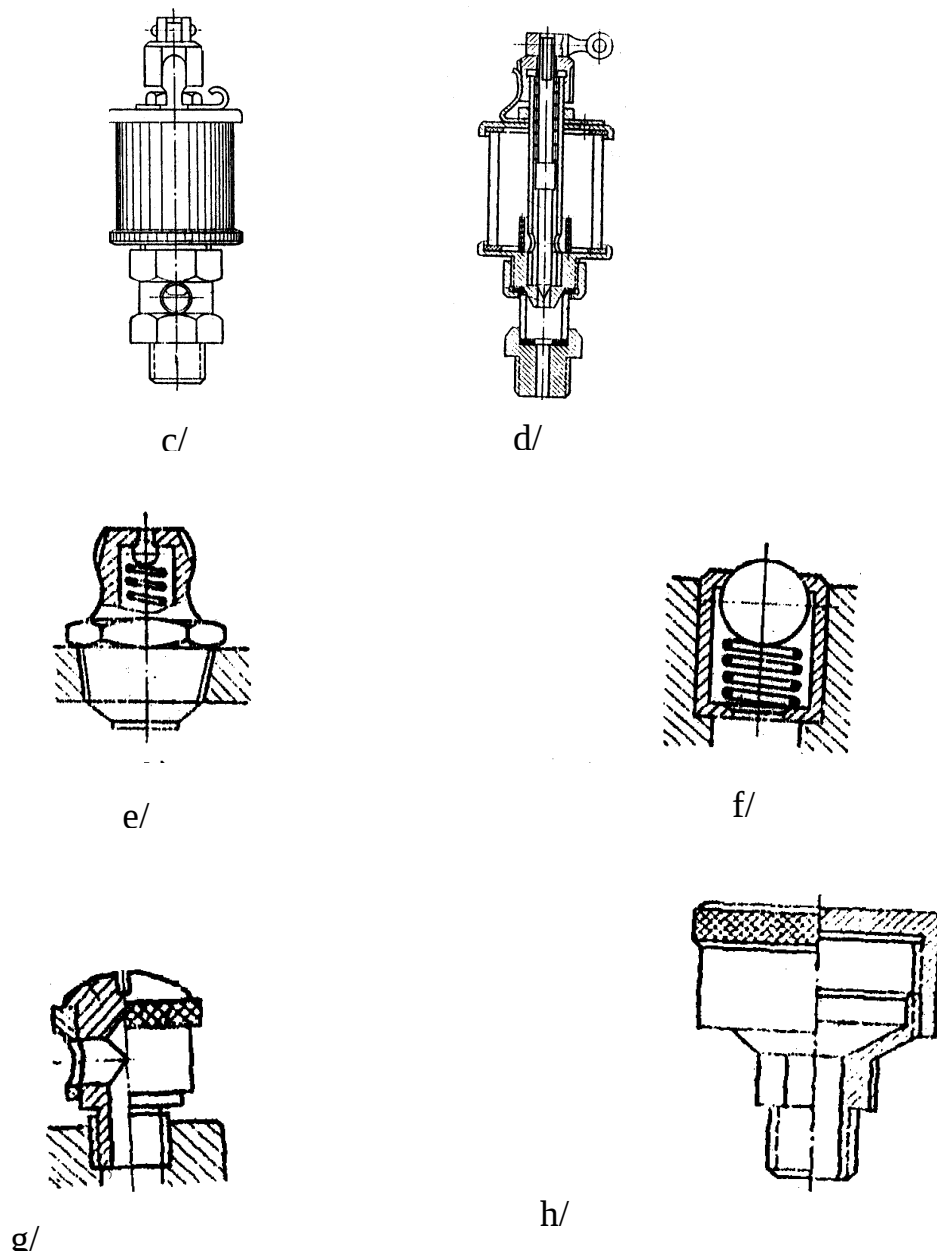
Bôi trơn bằng tay khi	$V \leq 2 \text{ m/s}$
Bôi trơn bằng nhỏ giọt	$V \leq 4 \text{ m/g}$
Ngâm trong dầu	$V \leq 8 \text{ m/g}$
Bôi trơn bằng cách tưới dầu	$V \leq 12 \text{ m/g}$
Phun bằng bơm	$V \leq 12 \text{ m/g}$
Bôi trơn chu kỳ	$V \leq 15 \text{ m/g}$



a)



b)



Hình 2 - 7 Các phương pháp bôi trơn.

a- Bôi trơn bằng thẩm dầu,

b- Bôi trơn bằng bức dầu

c- d- Bôi trơn kiểu nhỏ giọt

e, f - Bôi trơn kiểu dùng van bi

g, h - Bôi trơn bằng nắp dầu và nút vặn

2.12.7 Các biện pháp ngăn ngừa hư hỏng và chống hao mòn cho các chi tiết máy [6] [7]

Để chống hao mòn cần xác định dạng hao mòn hay hư hỏng từ đó chọn phương pháp ngăn ngừa và khắc phục

a. Biện pháp kết cấu (thiết kế)

- Xác định kích thước và hình dạng các bề mặt làm việc;
- Chọn loại ma sát trong các ổ đỡ;
- Lựa chọn hợp lý các vật liệu của các cặp ma sát (các bề mặt tiếp xúc). Hiện nay các hợp kim có gốc Fe, Cu, Al, Zn, Sn, Pb, được sử dụng khá rộng rãi trong việc chế tạo nên các cặp ma sát. [7]trăng461-462).
- Hoàn thiện biện pháp điều chỉnh nhiệt độ, đảm bảo bôi trơn và làm mát tốt;
- Chọn hệ thống bôi trơn hợp lý;
- Bố trí các phương tiện hay các thiết bị lọc không khí và dầu bôi trơn cũng như các thiết bị làm kín; phải có các biện pháp ngăn chặn hạt mài và các tạp chất rơi vào vùng làm việc.

b. Các biện pháp công nghệ :

Tăng tuổi thọ chi tiết bằng các biện pháp nhiệt luyện hay xử lý bề mặt :

- Làm cứng nguội bề mặt, nhiệt luyện,
- Sử dụng các biện pháp hoá bền (Phương pháp nhiệt - Hoá) như : xementít hoá, thấm nitơ (hay ni tơ hoá), thấm xyanua, ... Thấm Cr, thấm bazơ, thấm niôbi, thấm vanadi và thấm silíc... làm cho lớp bề mặt có độ bền mòn cao.
- Mạ, hàn đắp, phun đắp,

c. Các biện pháp khi sử dụng :

- Tận dụng tối đa khả năng chạy rà các cặp chi tiết đã qua tiếp xúc để đảm bảo độ ăn khớp tốt. Kiểm tra độ đồng tâm, tổ hợp các chi tiết. Cần phải chạy rà trước khi vận hành rồi sau đó tăng dần tải trọng.
- Theo dõi tỷ mỉ các hoạt động của các cơ cấu máy và máy; khi đi khỏi chỗ làm việc phải tắt máy; khi hết ca làm việc phải tắt động cơ và đưa các tay gạt về vị trí không làm việc.; lau sạch bụi bẩn,...
- Tẩy rửa nhiều lần chi tiết và cụm chi tiết. Đảm bảo vệ sinh máy móc khi vận hành.
- Kiểm tra khe hở các chi tiết chuyển động tiếp xúc nhau. Kiểm tra độ ăn khớp cần thiết giữa các chi tiết;
- Đảm bảo chế độ bôi trơn: Dầu mỡ phải sạch, phải lọc sạch dầu khi sử dụng, phải thay dầu đúng kỳ hạn,... Phải sử dụng đúng loại dầu mỡ.
- Đảm bảo đủ nhiên liệu và chất bôi trơn, chất làm mát theo yêu cầu.
- Bảo vệ bề mặt làm việc bằng bôi trơn, sơn phủ, che đậy bụi, ...
- Không sử dụng không khí quá nhiệt, phải sử dụng khí sạch,...
- Kiểm tra nghiêm ngặt các chất làm mát: nước, dầu , mỡ, ...
- Kiểm tra máy thường xuyên, phát hiện và sửa chữa máy kịp thời các hư hỏng và sai lệch.
- Trong thời gian vận hành không cho chạy quá tải.

d. Các biện pháp khác để nâng cao độ bền chi tiết

- Chọn vật liệu bền để thay thế; chọn quy trình vận hành máy hợp lý.
- Thường xuyên kiểm tra, bảo quản, bảo dưỡng máy tốt.

