

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**

-----\*\*\*-----

**TRƯƠNG ĐỨC THIỆP**

**NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ MẠ COMPOSITE VÀ  
ỨNG DỤNG MẠ THỬ NGHIỆM CÁC CHI TIẾT  
NHẪM NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT**

**Chuyên ngành: Công nghệ chế tạo máy**

**Mã số: 62.52.04.01**

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT**

**Thái Nguyên - 2012**

**Công trình được hoàn thành tại: Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - Đại học Thái Nguyên; Trường Cao đẳng Nghề Cơ khí nông nghiệp.**

Người hướng dẫn khoa học:

**1. PGS.TS. Phan Quang Thế**

**2. TS. Trần Minh Đức**

Phản biện 1: **GS.TSKH. Phạm Văn Lang**

Phản biện 2: **PGS.TS. Trần Thế Lục**

Phản biện 3: **PGS.TS. Nguyễn Ngọc Quế**

Luận án được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Đại học Thái Nguyên.

Họp tại:

Vào hồi        giờ,        ngày        tháng        năm 2012

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc gia;
- Thư viện Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - Đại học Thái Nguyên;
- Thư viện Trường Cao đẳng Nghề Cơ khí nông nghiệp.

## CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ

1. Nguyễn Đăng Bình - Phan Quang Thế - Trương Đức Thiệp (2008), Kỹ thuật bề mặt và ứng dụng, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Số 4(48) Tập 2, Hội thảo Khoa học Công nghệ Toàn quốc, Công nghệ Vật liệu và bề mặt, Bộ giáo dục và đào tạo - Đại học Thái Nguyên.
2. Nguyễn Đăng Bình - Phan Quang Thế - Trương Đức Thiệp (2010), Mạ composite  $TiO_2$  một giải pháp kỹ thuật nâng cao khả năng làm việc của lớp mạ Ni, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Số 72, Bộ giáo dục và đào tạo - Đại học Thái Nguyên.
3. Nguyễn Duy Cương - Nguyễn Đăng Bình - Bùi Chính Minh - Trương Đức Thiệp (2010), Nguồn xung cung cấp cho công nghệ mạ, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Số 72, Bộ giáo dục và đào tạo - Đại học Thái Nguyên.
4. Phan Quang Thế - Trương Đức Thiệp (2009), Nghiên cứu mối quan hệ giữa chế độ cắt và tuổi bền của dao Nitrit Bo phủ dùng tiện tinh thép hợp kim qua tôi; Đề tài cấp Bộ mã số B-2007 TN 06-05.
5. Nguyễn Đăng Bình - Phan Quang Thế - Trần Minh Đức - Trương Đức Thiệp - và một số cộng sự (2008) “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ mạ tổ hợp kim loại composite coating, nhằm nâng cao chất lượng chi tiết làm việc trong điều kiện ăn mòn và ma sát cao”; Đề tài cấp Quốc gia mã số KC.02.18/06-10.

## Chương 1

### TỔNG QUAN VỀ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

#### 1.1. Khái niệm chất lượng bề mặt chi tiết

Các chi tiết bị hỏng khi các thông số của nó sai khác so với yêu cầu kỹ thuật. Dưới đây trình bày khái niệm về các thông số của chi tiết [3,8,78]:

Thông số của chi tiết gồm: các thông số bề mặt, các thông số bên trong.

- *Các thông số bề mặt*: hình dáng (hình trụ, hình côn, hình răng, hình then, hình ren, hình rôphil, hình cầu, hình phẳng, hình rãnh, dạng mặt phẳng nhẵn); kích thước (đường kính, chiều dài, chiều rộng, chiều dày, chiều sâu, diện tích); tính chất cơ - lý (độ cứng, tính chống mòn, độ bám của lớp phủ với nền, tính chịu mỏi, tính đàn hồi); độ chính xác (cấp chính xác); độ nhám; tính hoàn chỉnh; dạng nhiệt luyện hay hóa nhiệt luyện; sự có mặt của vật liệu phủ; cấu trúc (tổ chức tế vi); thành phần hóa học;....

- *Các thông số bên trong*: độ cứng; tính chịu mỏi; tính đồng nhất (rỗ, vết nứt,...); tính đàn hồi; cấu trúc (tổ chức tế vi); thành phần hóa học;....

Các thông số bề mặt của chi tiết đã trình bày ở trên có thể được xem như là đặc trưng cho chất lượng bề mặt chi tiết.

Trên thực tế, tùy vào lĩnh vực nghiên cứu, các thông số được quan tâm nhiều hơn (thông số chính) hay ít hơn (thông số phụ).

Trong gia công cơ khí, chất lượng bề mặt gia công được đánh giá bằng hai yếu tố đặc trưng: tính chất cơ - lý của lớp kim loại bề mặt và độ nhám bề mặt.

Khi nghiên cứu về ma sát, chất lượng bề mặt bao gồm: các thông số về hình học bề mặt (trạng thái hình học bề mặt). Tính chất cơ - lý - hóa của lớp bề mặt. Trạng thái ứng suất của lớp bề mặt.

Các thông số trên có quan hệ lẫn nhau.

## 1.2. Hư hỏng và phương pháp phục hồi chi tiết máy

### 1.2.1. Nguyên nhân dẫn đến hư hỏng của chi tiết máy

Có rất nhiều nguyên nhân (yếu tố) làm các thông số đối tượng (chi tiết, máy) thay đổi. Chúng có thể phân chia theo một số cách. Dưới đây trình bày một trong các cách phân loại [1,39,76]:

Các nguyên nhân dẫn đến sự thay đổi trạng thái của đối tượng (dẫn đến hư hỏng của đối tượng) được chia thành hai nhóm: nguyên nhân nhân tạo (thiết kế, chế tạo, sử dụng và sửa chữa) và nguyên nhân tự nhiên. Ở đây chủ yếu quan tâm đến nguyên nhân tự nhiên.

Các nguyên nhân tự nhiên được chia thành hai nhóm: yếu tố bên ngoài và yếu tố bên trong.

#### a. Các yếu tố bên ngoài

Các yếu tố bên ngoài có thể chia thành ba nhóm:

\* *Các yếu tố vật lý*: lực, nhiệt,... các yếu tố này tác dụng lên đối tượng (chi tiết) với cường độ (độ lớn) khác nhau.

\* *Các yếu tố hóa học*: các chất khí, không khí, chất lỏng,... các yếu tố này tác dụng lên chi tiết ở các nhiệt độ khác nhau.

\* *Các yếu tố lý - hóa*: cùng một lúc các yếu tố vật lý và hóa học tác dụng lên chi tiết.

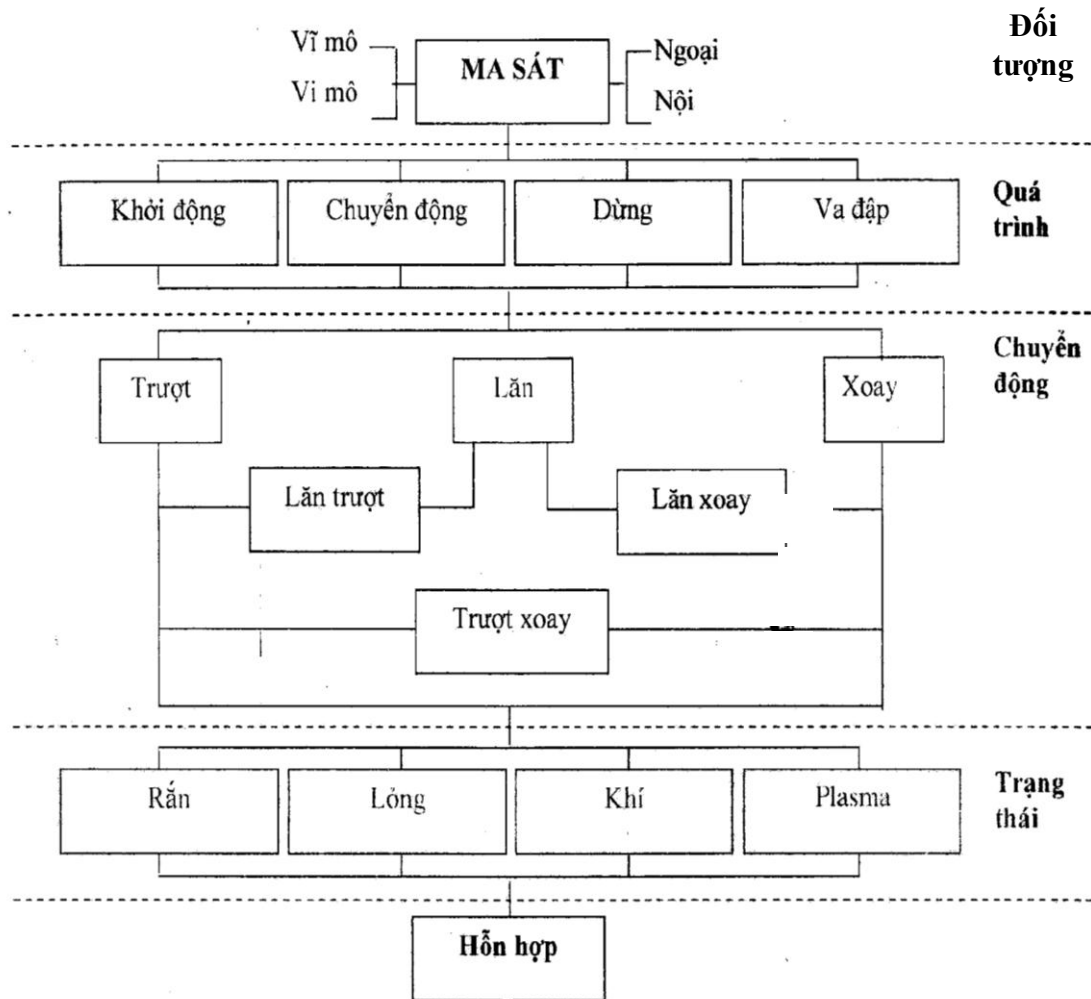
Trong nhiều trường hợp chi tiết hay cặp lắp ghép chịu tác dụng cùng một lúc một số yếu tố nhưng về nguyên tắc chủ đạo sẽ là một trong các yếu tố: các yếu tố hay gặp nhất là lực (lực ma sát) và môi trường ăn mòn. Các yếu tố này là nguyên nhân dẫn đến giảm chất lượng bề mặt chi tiết máy. Khi chất lượng bề mặt giảm quá giới hạn cho phép, chi tiết xem như bị hỏng.

#### b. Các yếu tố bên trong

Các yếu tố bên trong có thể được chia thành hai nhóm: các thông số (yếu tố) bề mặt; các thông số bên trong.

### 1.2.2. Ma sát và mài mòn chi tiết máy

Ma sát là hiện tượng xuất hiện những lực và ngẫu lực có tác dụng cản trở các chuyển động, hoặc các xu hướng chuyển động tương đối của hai vật trên bề mặt của nhau (khi xét hai vật rắn có liên kết với nhau). Ma sát còn có thể được hiểu là sự mất mát năng lượng cơ học trong các quá trình: khởi động, chuyển động, dừng. Ma sát có thể được phân loại dựa vào đối tượng, quá trình, chuyển động và trạng thái như hình 1.1; ngoài ra còn có thể dựa vào tác dụng của ma sát: ma sát có lợi và ma sát có hại [4,39].



Hình 1.1: Tổng quan về phân loại ma sát

*Một số đặc trưng cơ bản của ma sát*

\* *Lực ma sát*

Cho đến thế kỷ XX, lực ma sát được tính gần đúng theo công thức

$$F_{ms} = \mu F_N \quad (1.1)$$

Ở trạng thái tĩnh (trước khi có chuyển động tương đối), lực ma sát bằng lực tác dụng theo phương tiếp tuyến:

$$F_{ms} = F_t \quad (1.2)$$

\* *Mômen ma sát*

Mômen ma sát được viết như sau

$$M_{ms} = F_{ms} \cdot R \quad (1.3)$$

\* *Công ma sát (năng lượng ma sát)*

Năng lượng ma sát ( $W_{ms}$ ,  $E_{ms}$ ) được viết như sau

- Đối với ma sát trượt:

$$W_{ms_T} = E_{ms_T} = \int_{S_{ms}} \bar{F}_{ms} d\bar{S}_{ms} \quad (1.4)$$

- Đối với ma sát lăn:

$$W_{ms_L} = E_{ms_L} = \int_{\varphi_L} \bar{M}_{ms} d\bar{\varphi}_L \quad (1.5)$$

- Đối với ma sát xoay:

$$W_{ms_X} = E_{ms_X} = \int_{\varphi_X} \bar{M}_{ms} d\bar{\varphi}_X \quad (1.6)$$

Trong đó:  $F_N$ - lực pháp tuyến với bề mặt tiếp xúc có chuyển động tương đối;  $R$ - cánh tay đòn tương ứng với lực ma sát  $F_{ms}$ ;  $S_{ms}$ - quãng đường ma sát;  $\varphi_L$ - góc lăn;  $\varphi_X$ - góc xoay.

Mòn là một quá trình thay đổi hình dáng, khối lượng, kích thước của bề mặt vật thể, làm mất mát hoặc thay đổi vị trí tương đối trên bề mặt do biến dạng, mất liên kết, bong tách, chảy dẻo, ion hóa tạo ra vùng vật liệu mới.

Mòn còn là một quá trình làm thay đổi bản chất vật liệu trên bề mặt tiếp xúc do hiện tượng khuếch tán, hấp thụ, hợp kim hóa, ăn mòn, xâm thực.

*Một số công thức tính mòn cổ điển theo kinh nghiệm*

Trong một thời gian dài, cường độ mòn ( $I_h$ ) được tính theo một số công thức kinh nghiệm sau:

$$I_h = \frac{(p_{dn})^m}{H} \quad (1.7)$$

Công thức trên thường được sử dụng khi biên dạng đàn hồi,  $p_{dn}$  nhỏ và gần bằng 0,14 MPa, độ cứng lớn ( $HB \approx 8500$  MPa).

Theo một số tác giả khác, cường độ mòn được tính theo công thức sau:

$$I_h = 209E^{-1,31} \quad (1.8)$$

Đối với một số vật liệu phi kim loại, cường độ mòn được tính như sau:

$$I_h = 8,4 \cdot 10^{-3} \cdot HV^{-0,27} \quad (1.9)$$

$$I_h = e_{bh}^{-1,72}$$

Đối với polyme:

$$I_h = 1,42 \cdot 10^{-3} \cdot HV^{-0,27} \quad (1.10)$$

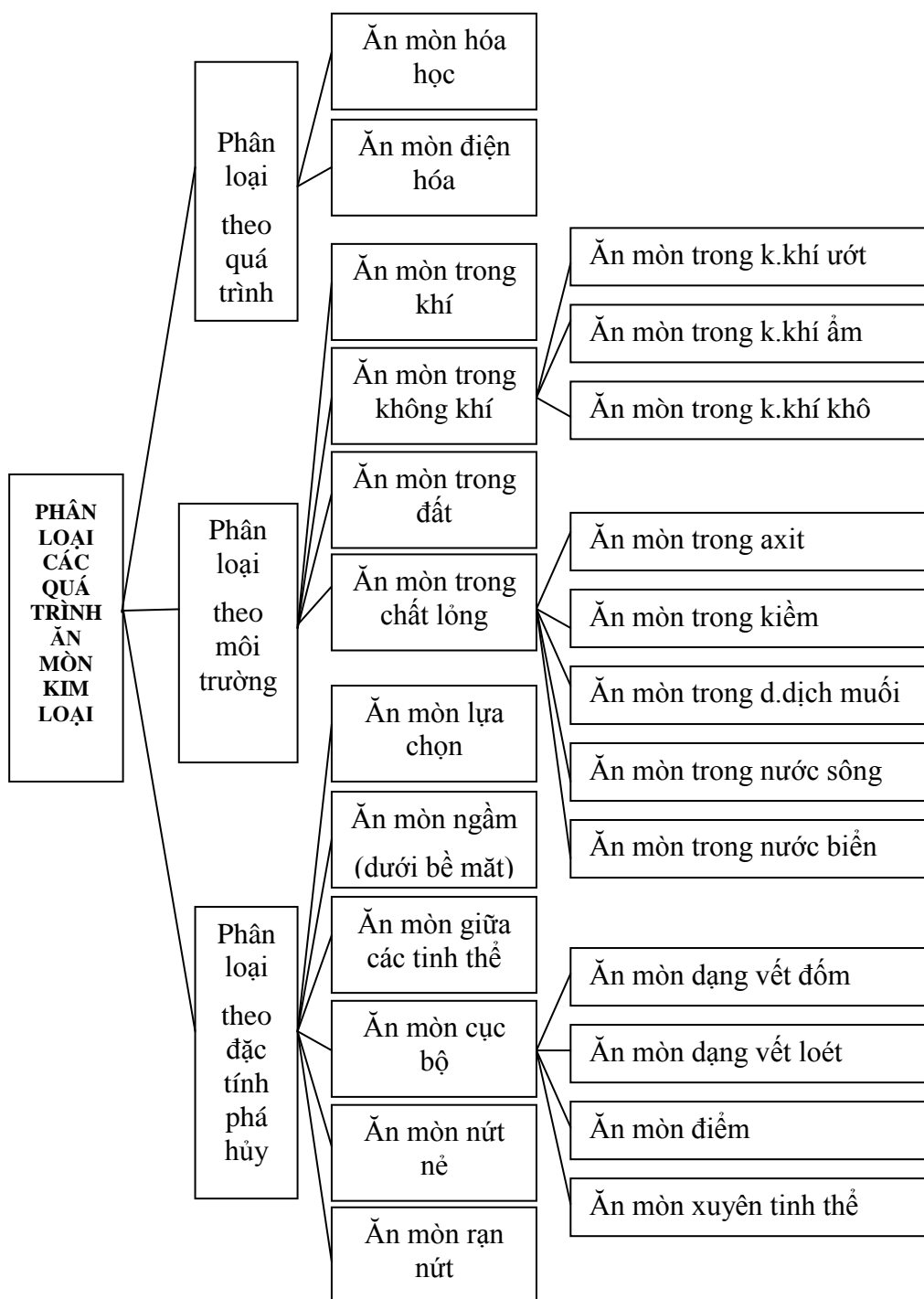
$$I_h = 8,6 \cdot 10^{-4} \cdot e_{bh}^{-0,5}$$

Trong đó:  $p_{dn}$ - áp lực danh nghĩa trên bề mặt tiếp xúc; H- độ cứng của vật liệu tiếp xúc; m- chỉ số mòn phụ thuộc vào bản chất vật liệu; E- môđun đàn hồi của vật liệu; HV- độ cứng Vickers;  $e_{bh}$ - năng lượng bốc hơi của vật liệu.

### ***1.2.3. Ảnh hưởng của môi trường ăn mòn***

Do tác động của môi trường, nhiều chi tiết máy (đặc biệt là các chi tiết kim loại) bị hỏng là do bị ăn mòn dẫn đến máy bị hỏng. Ăn mòn kim loại là hiện tượng tự phá hủy của các vật liệu kim loại do tác dụng hóa học hoặc tác dụng điện hóa giữa kim loại với môi trường bên ngoài. Tùy theo cách quan sát hiện tượng, các quá trình ăn mòn kim loại có thể phân loại như hình 1.2 [39,78].





Hình 1.2: Phân loại các quá trình ăn mòn

#### ***1.2.4. Các phương pháp phục hồi chi tiết máy***

Như đã trình bày ở trên, có nhiều nguyên nhân dẫn đến hư hỏng của chi tiết máy, do đó có nhiều dạng hư hỏng của chi tiết máy. Hiện nay có rất nhiều phương pháp phục hồi cho phép phục hồi được nhiều loại hư hỏng, thậm chí một dạng hư hỏng có thể được phục hồi bằng nhiều phương pháp khác nhau [1,28,76].

Để phân loại các phương pháp phục hồi có thể dựa vào phương pháp phân loại hư hỏng. Ở cách này hư hỏng được chia thành ba nhóm: mòn; hư hỏng cơ học và hư hỏng hoá nhiệt.

Mòn là dạng hư hỏng hay gặp nhất. Dựa vào mức độ mòn, mòn lại có thể chia thành ba nhóm: mòn đều, mòn không đều sinh ra ôvan, côn (đây là loại thường gặp nhất ở các bề mặt làm việc và bề mặt chính của chi tiết), các vết xước và sây sát nhỏ.

Hư hỏng cơ học (cơ khí) gồm: các vết nứt, thủng, gãy, vỡ, uốn, xoắn, các vết xước và sây sát lớn.

Hư hỏng hoá - nhiệt gồm: gỉ, rỗ do bị ăn mòn (hoá học và điện hoá), cháy, tạo cặn dầu, cặn nước, cong vênh (do giãn nở vì nhiệt).

Trên cơ sở phân loại hư hỏng như trên, các phương pháp phục hồi (loại bỏ hư hỏng) được chia thành ba nhóm: loại bỏ mòn (phục hồi cặp lắp ghép); loại bỏ hư hỏng hoá - nhiệt và loại bỏ hư hỏng cơ học như hình 1.3.

Từ hình 1.3 cho thấy một hư hỏng có thể được loại bỏ bằng nhiều phương pháp khác nhau. Để phục hồi hoàn toàn một chi tiết (chi tiết có nhiều loại hư hỏng) thường phải sử dụng tổ hợp nhiều phương pháp phục hồi khác nhau. Hiệu quả phục hồi chi tiết phụ thuộc đáng kể vào phương pháp gia công chúng và lựa chọn phương pháp hay tổ hợp phương pháp phục hồi hợp lý [36].

Việc chọn phương pháp phục hồi hợp lý trong một số trường hợp còn làm tăng chất lượng (tuổi thọ) của chi tiết phục hồi so với chi tiết mới.