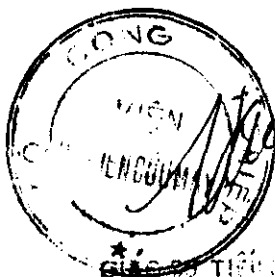


**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU KỸ THUẬT CƠ KHÍ CHÍNH XÁC
CHƯƠNG TRÌNH KC - 04**

BÁO CÁO ĐỀ TÀI KC - 04 - 09

**"NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG QUI TRÌNH ANOD HOÁ SÂU,
CHẾ TẠO CÁC CHI TIẾT TỪ HỢP KIM NHÔM, LÀM VIỆC
TRONG ĐIỀU KIỆN CHỊU MÀI MÒN"**



GIÁO SƯ TIỀN LỖ VIỆN TRƯỞNG

Trần Đức Kim



Nguyễn Ngọc Uyên

Hà nội 10.1995

2826

2519196

BIỂU THÔNG TIN

1. Cơ quan chủ trì:

Trường Đại học Bách khoa Hà nội
Trung tâm nghiên cứu Kỹ thuật Cơ khí Chính xác

2. Cơ quan chủ quản:

Bộ Khoa học Công nghệ và Môi trường
Viện nghiên cứu máy

3. Tên đề tài:

Nghiên cứu áp dụng qui trình Anod hoá sâu, chế tạo các chi tiết chịu mài mòn từ hợp kim nhôm

4. Cơ quan thực hiện:

Trung tâm nghiên cứu kỹ thuật cơ khí chính xác
Trường Đại học Bách khoa Hà nội

5. Tập thể tác giả:

Nguyễn Ngọc Uyên, PGĐ Trung tâm NCKTCKCX, ĐHBK Hà nội, Chủ nhiệm,
Trần Quốc Thắng, PTS khoa Đúc-Nhiệt luyện, ĐHBK Hà nội, Phó chủ nhiệm,
Phùng Tố Hằng, cán bộ NCKH, NCS, Trung tâm NCKTCKCX, ĐHBK Hà nội,
Nguyễn Viết Sỹ, cán bộ NCKH, Viện Công nghệ, Bộ Công nghiệp nặng.

6. Các cơ quan phối hợp chính:

Viện Công nghệ bộ Công nghiệp nặng,
Trung tâm Vật liệu học, Trường ĐHBK Hà nội,
Viện Hoá học, Viện KHVN,
Liên hiệp các xí nghiệp Sợi-Dệt kim Hà nội.

8. Tóm tắt nội dung:

Đã nghiên cứu, thiết kế qui trình công nghệ Anod hoá sâu, áp dụng chế tạo một số chi tiết từ hợp kim nhôm, làm việc trong điều kiện chịu mài mòn.

9. Từ khoá:

Anod hoá, Hợp kim, Nhôm, Mài mòn, Cấu trúc.

MỤC LỤC

	Trang
1. Cơ sở lý thuyết.....	5
2. Các phương pháp thực nghiệm	9
3. Một số kết quả và bàn luận	12
4. Xác định qui trình Anod hoá tối ưu	20
5. Các kết quả ứng dụng thực tế và công bố về học thuật	24
6. Kết luận	26
7. Lời cảm ơn	27

GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI

Chọn vật liệu mới, tạo lớp phủ có cơ tính cao để chế tạo những chi tiết làm việc trong điều kiện mài mòn là một trong những hướng nghiên cứu ứng dụng có tính thực tiễn cao.

Mục đích của đề tài là nghiên cứu và xây dựng qui trình công nghệ Anod hoá sâu, tạo lớp phủ bằng oxýt nhôm (Al_2O_3) cứng, có khả năng chống mài mòn nhằm chế tạo những chi tiết từ hợp kim nhôm, phục vụ trong công nghiệp sợi, dệt kim, in, các chi tiết trong một số động cơ...

Nhiệm vụ của đề tài là: chọn vật liệu trên cơ sở hợp kim nhôm thích hợp, xây dựng qui trình Anod hoá, tạo lớp oxýt nhôm cứng, có tính bảo vệ cao.

Yêu cầu kĩ thuật của lớp Anod hoá (oxýt nhôm, Al_2O_3) là:

- Chiều dày (phụ thuộc vào điều kiện làm việc của chi tiết): Từ $15\mu_m$ đến $100\mu_m$,
- Độ cứng : ≥ 350 MPa,
- Độ bám dính và đồng đều cao,
- Hiệu quả kinh tế cao.

Đề tài được tiếp tục trên cơ sở kết quả các nghiên cứu thăm dò, tiến hành trên nhôm sạch. Các nghiên cứu được tiến hành theo các hướng:

- Lí thuyết: động học của quá trình Anod hoá, ảnh hưởng các thông số công nghệ, ảnh hưởng của tổ chức ban đầu của hợp kim,
- Cơ tính và cấu trúc: khả năng chịu mài mòn, hệ số ma sát, cấu trúc lớp Anod hoá, chiều dày, độ cứng, độ đồng đều,
- Công nghệ: nghiên cứu thiết kế qui trình công nghệ chế tạo một số chi tiết từ hợp kim nhôm, làm việc trong điều kiện chịu mài mòn,
- Thiết kế, chế tạo, lắp đặt thiết bị công nghệ thí nghiệm
- Chế tạo một số chi tiết chịu mài mòn theo hợp đồng với cơ sở sản xuất, kiểm tra trên thực tế.

Đề tài đã xây dựng được các qui trình công nghệ Anod hoá cho các hệ hợp kim nhôm điển hình là: hợp kim nhôm biến dạng, đúc, có thể áp dụng cho nhiều chủng loại chi tiết khác nhau như cú sợi, piston xe máy, khung nhôm trong xây dựng, bản in...

Các kết quả nghiên cứu đã được áp dụng, chế tạo một số chi tiết trong công nghiệp dệt, sợi, bạc lót, bản in offset, nhận xét ban đầu của khách hàng cho thấy lớp Anod hoá đã đảm bảo tốt những yêu cầu kĩ thuật đặt ra, có triển vọng áp dụng trong sản xuất hàng loạt, cho hiệu quả kinh tế lớn.

Đề tài đã công bố 08 báo cáo khoa học, bài báo trong các hội nghị khoa học Quốc tế, Quốc gia hoặc các tạp san chuyên ngành.

1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

1.1. Sự tạo thành lớp oxýt nhôm (Al_2O_3) bằng Anod hoá

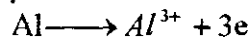
Về mặt lý thuyết, nhôm là kim loại dễ bị oxy hoá, tạo ra lớp oxýt Al_2O_3 xít chặt ngoài bề mặt, có khả năng cản trở sự xâm nhập tiếp tục của oxy, tức bảo vệ chống ăn mòn. Tuy nhiên trên thực tế, lớp oxýt tự nhiên rất mỏng, khoảng vài micromet, nên khả năng bảo vệ kém, nhất là trong môi trường khí và nước có chứa ion tạp.

Để tăng khả năng chống mài mòn, ăn mòn và tạo được màu trang trí thích hợp, cần tiến hành tạo lớp oxýt nhôm nhân tạo trên bề mặt chi tiết (sản phẩm) bằng phương pháp xử lý trong dung dịch điện phân, gọi là Công nghệ Anốt hoá. Sự tạo màng oxýt nhôm là kết quả của quá trình anot trong dung dịch, dưới tác dụng của dòng điện, nên lớp oxýt nhôm được tạo ra gọi là lớp Anốt hoá (hay màng Anod).

Dung dịch anốt hoá thông thường là dung dịch của một axit, ví dụ: axit sulfuric, axit oxalic, axit cromic, axit photphoric, hoặc của hai hoặc ba axit, có pha thêm các phụ gia khác.

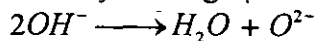
Các quá trình xảy ra trong dung dịch điện phân khi Anod hoá, lấy dung dịch axit sulfuric làm ví dụ, gồm:

- Quá trình hoà tan điện hoá của nhôm trên bề mặt:

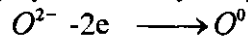


dưới tác dụng của điện thế, các cation Al^{3+} tách ra khỏi mạng tinh thể.

- Sự tạo thành các anion ôxy từ dung dịch:

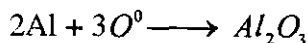


- trong đó một bộ phận anion ôxy chuyển thành ôxy nguyên tử:



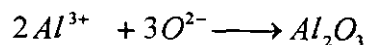
- Quá trình tạo màng oxýt nhôm theo hai phản ứng sau:

* ở vùng sát kim loại:

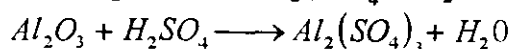
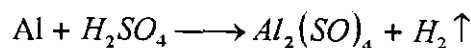


và hình thành màng oxýt nhôm xít chặt có khả năng bảo vệ cao, còn gọi là màng barie,

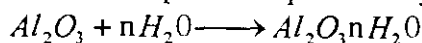
* ở vùng gần dung dịch:



và hình thành lớp oxýt nhôm xốp, có cấu trúc dạng tổ ong (hình 1), trong đó các lỗ xốp là kết quả của phản ứng hoà tan:



Ngoài ra trên thành các lỗ xốp còn có quá trình hydrat hoá:



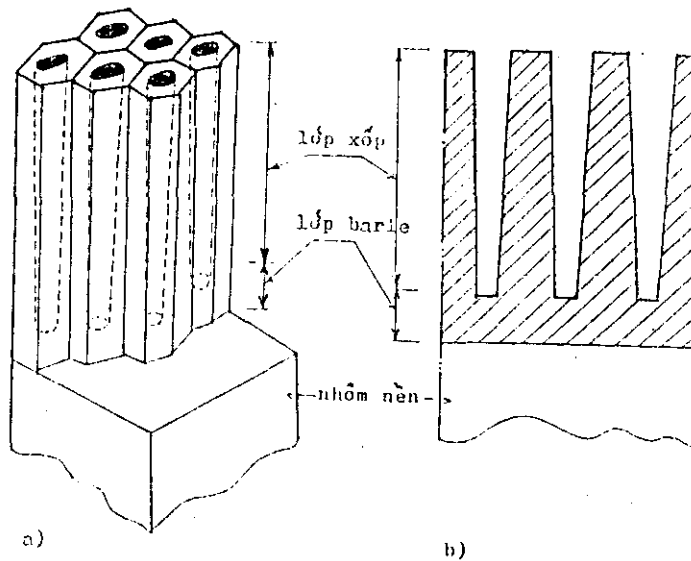
1.2 Cấu trúc của lớp anod hoá

Để hiểu rõ nguyên tắc ứng dụng lớp anod hoá trong công nghiệp, hãy xét cấu trúc của nó. Trên hình 1 là hình học cấu trúc lớp anod hoá, bao gồm hai lớp:

- Ngoài cùng là lớp oxýt xốp có dạng tổ ong (các trụ lục giác xếp xít nhau) định hướng theo chiều trục giao với bề mặt của nền nhôm. Các lỗ rỗng có dạng ống nằm ở trung tâm của các trụ lục giác. Kích thước của ô tổ ong cũng như của lỗ rỗng phụ thuộc vào điện thế, thành phần dung dịch và một số thông số công nghệ khác.

- Bên trong là lớp barie với cấu trúc Al_2O_3 sít chặt, ngăn cản sự xâm nhập tiếp tục của oxy vào sâu, tạo ra khả năng bảo vệ nền kim loại (chi tiết)

Khả năng bảo vệ của lớp barie được tăng cường nhờ sự có mặt của lớp xốp với chiều dày gấp nhiều lần, cấu tạo từ Oxýt nhôm cứng.



Hình 1: Sơ đồ lớp Anod hoá trên bề mặt hợp kim nhôm

Thấy rằng cấu trúc của lớp anod hoá gồm 2 phần: Phần Oxýt nhôm cứng, phần các lỗ xốp, đó chính là ưu điểm cho phép sử dụng trong nhiều mục đích khác nhau nhằm tăng khả năng chống mài mòn, giảm hệ số ma sát, nhuộm màu, tăng tính mỹ thuật... của chi tiết.

1.3 Một số công nghệ anod hoá trong công nghiệp

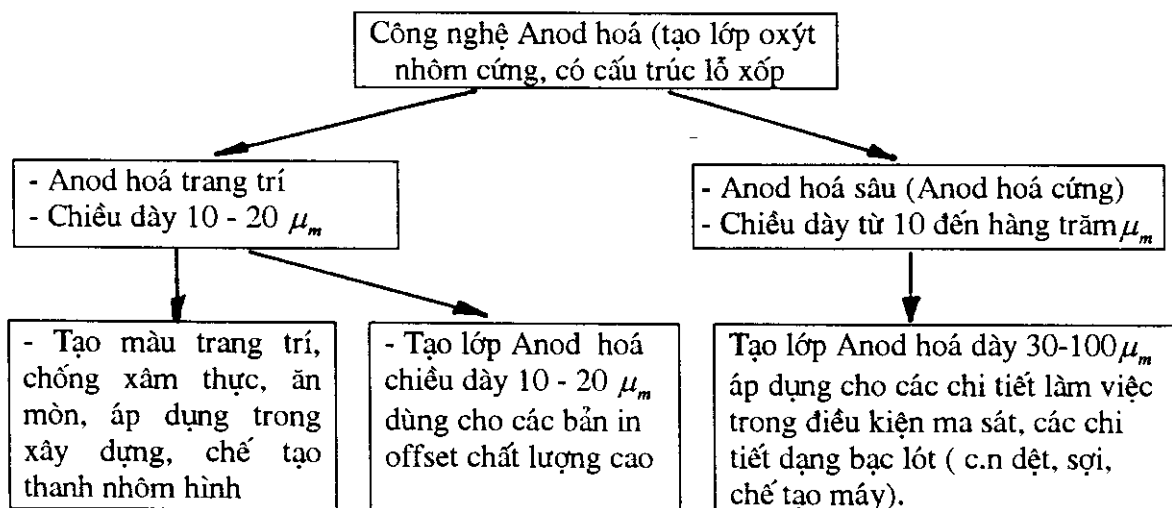
Có thể tạo được lớp anod hoá (lớp Oxýt nhôm) có chiều dày khác nhau và sử dụng trong công nghiệp theo sơ đồ trên hình 2

1.3.1 Tạo lớp trang trí, chống xâm thực và ăn mòn cho các chi tiết trong xây dựng

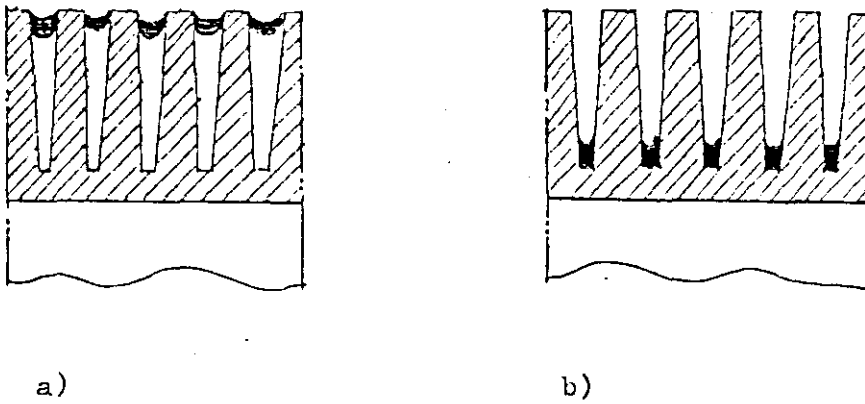
Trong công nghệ này, các phân tử tạo màu được lắng đọng trong các lỗ xốp tạo ra sau Anod hoá (hình 3). Có hai phương pháp nhuộm màu thông dụng:

a/ Phương pháp nhuộm nhúng: Chi tiết sau khi anod hoá, được nhúng vào dung dịch có màu sắc mong muốn. Các chất tạo màu hấp phụ vào lỗ xốp, thường lắng đọng ở phần ngoài của lỗ (h.3a), ưu điểm của phương pháp là có thể dùng nhiều loại màu vô cơ, hữu cơ để tạo hầu hết các sắc màu mong muốn như đỏ, vàng, xanh lam, xanh lá cây, ..., nhược điểm là phần lớn các màu có độ bền ánh sáng kém, phai theo thời gian, hơn nữa, các chất nhuộm chỉ bám ở phần ngoài lỗ xốp nên kém bền cơ học, dễ mất màu khi bị cọ xát. ngoài ra, đối với chi tiết có diện tích bề mặt lớn và hình dáng phức tạp, rất khó tạo được màu đồng đều.

b/ Phương pháp nhuộm điện di trong muối kim loại: sau khi tạo lớp Anod hoá, chi tiết được xử lý trong dung dịch điện phân có chứa axit hữu cơ xác định hoặc các muối kim loại của Niken, Cöban, Đồng, Thiếc, Bạc ... các ion kim loại sẽ lắng đọng trên đáy lỗ xốp, cho các màu mong muốn (h.3b). Ví dụ, khi dung dịch điện phân chứa cöban, niken, thiếc có thể tạo màu sáng bạc, màu đồng sáng, màu sẫm, cho tới màu đen. Ưu điểm của phương pháp này là cho những màu bền và đồng đều.



Hình 2: Sơ đồ phân loại các ứng dụng công nghệ Anod hoá



Hình 3: Nguyên lý tạo màu trang trí bằng nhuộm nhúng (a) và nhuộm điện di (b)

1.3.2. Anod hoá sâu, áp dụng cho các chi tiết chịu mài mòn

Anod hoá sâu (Anod hoá cứng), chống mài mòn được áp dụng rộng rãi cho các chi tiết làm việc trong điều kiện ma sát, mài mòn đặc biệt do nhu cầu về số lượng và giá trị kinh tế, các chi tiết trong công nghiệp dệt, sợi, tơ tằm trở thành mối quan tâm của các nghiên cứu công nghệ này.

Điều kiện làm việc của các chi tiết yêu cầu có bề mặt cứng và bóng, độ chính xác cao, vì vậy việc thiết kế công nghệ chế tạo không chỉ giới hạn trong việc chọn vật liệu, gia công cơ khí mà hơn thế nữa, cần có một chế độ xử lý bề mặt thích hợp.

Công nghệ Anod hoá sâu cho phép tạo được lớp phủ bề mặt là oxyt nhôm, dày hơn $100 \mu_m$, với độ cứng đến 400 MPa. Nguyên công nghiên cứu hoặc hydrat hoá tiếp theo tạo độ bóng, cải thiện độ cứng, như vậy bề mặt chi tiết sẽ đảm bảo yêu cầu kỹ thuật đặt ra.

Một lĩnh vực áp dụng quan trọng công nghệ Anod hoá sâu là tạo lớp chịu mài mòn cho các chi tiết dạng bạc lót, cấu trúc lỗ xốp cho phép chứa dầu bôi trơn, kết hợp với các cột oxyt nhôm cứng sẽ tăng đáng kể khả năng phục vụ: chống mài mòn và giảm hệ số ma sát.

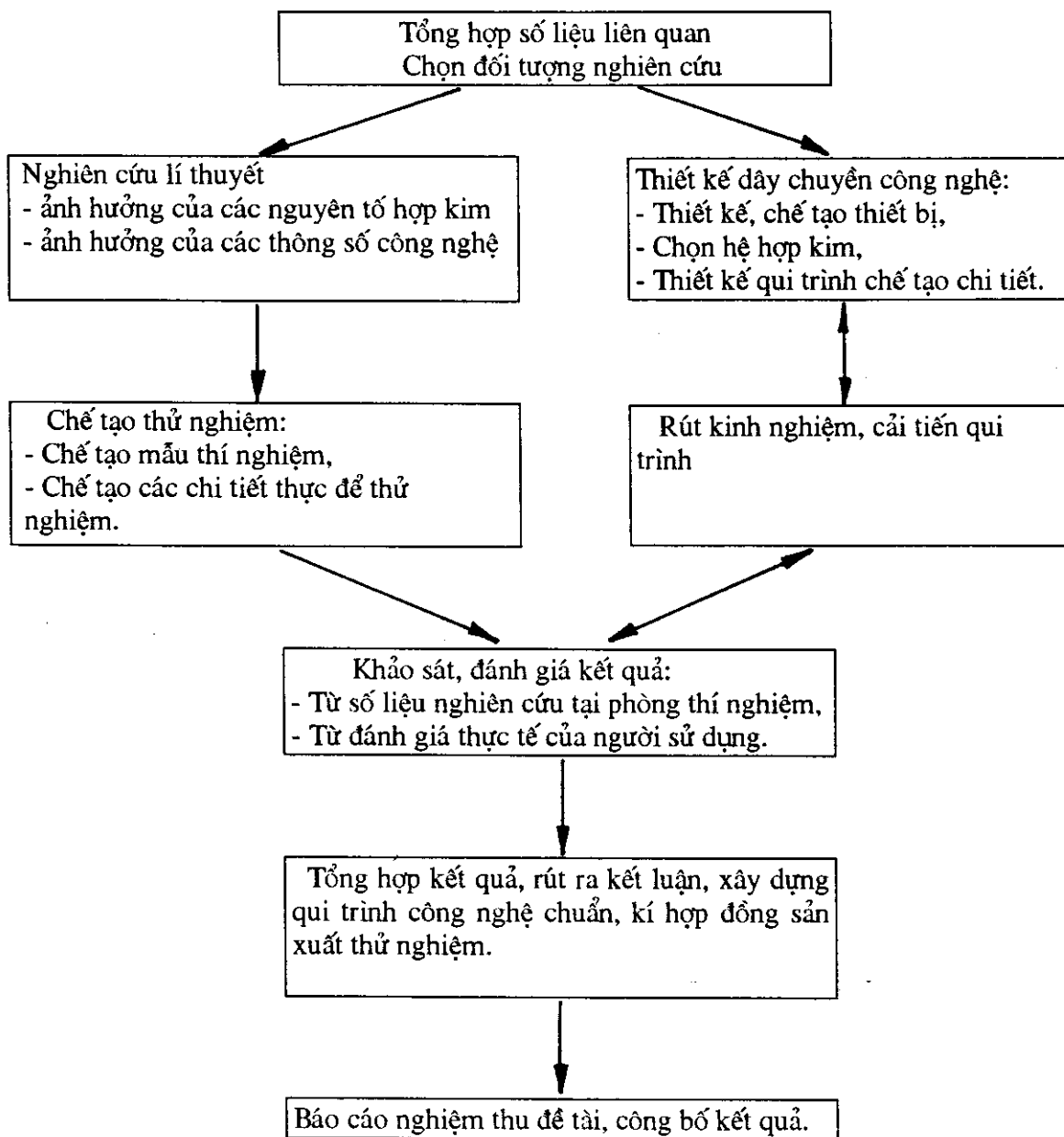
1.3.3. Anod hoá áp dụng cho bản in offset

Nhu cầu in offset ngày càng phát triển, hàng năm nước ta phải nhập từ 200.000 đến 400.000 m^2 bản in tráng sẵn (bản diazo), việc chế tạo và phục hồi bản in đã sử dụng có ý nghĩa kinh tế, xã hội lớn. Hiện nay, ở tất cả các cơ sở in trong nước, việc tạo bề mặt nhám (tạo hạt) cho bản in đều chỉ thực hiện bằng phương pháp thủ công (phương pháp cơ học), năng suất thấp, tuổi thọ bản in không cao. Nếu các nhám được phủ một lớp oxyt nhôm mỏng, cứng, chịu mài mòn thì tuổi thọ của bản in sẽ tăng lên nhiều lần. Theo số liệu đã công bố, có thể đạt 500.000 lượt in (1bản).

Những nghiên cứu ban đầu cho phép xác định quy trình công nghệ phục hồi bản in bằng cách tạo lại hạt, sau đó anod hoá, tạo lớp Anod dày 10 - 12 μ_m nâng cao tuổi thọ và chất lượng bản in.

2. CÁC PHƯƠNG PHÁP THỰC NGHIỆM

Các nghiên cứu đã được thực hiện theo sơ đồ hình 4:



Hình 4. Sơ đồ nghiên cứu, thực hiện để tài KC- 04 - 09

Mẫu nghiên cứu chế tạo từ 3 nhóm: Nhôm sạch công nghiệp, hợp kim nhôm đúc, hợp kim nhôm biến dạng. Các chi tiết được chế tạo thử bao gồm những chi tiết phục vụ công nghiệp dệt, sợi, bạc lót, bộ đôi trong một số bộ bơm thủy lực, bản in offset, khung nhôm hình.

Các phương pháp nghiên cứu đã được áp dụng bao gồm: nghiên cứu động học, nghiên cứu bằng hiển vi quang học (HVQH), hiển vi điện tử quét (HVĐTQ), độ xốp, độ cứng tế vi, độ chống mài mòn, hệ số ma sát và khả năng chống ăn mòn.

2.1. Nghiên cứu động học quá trình Anod hoá

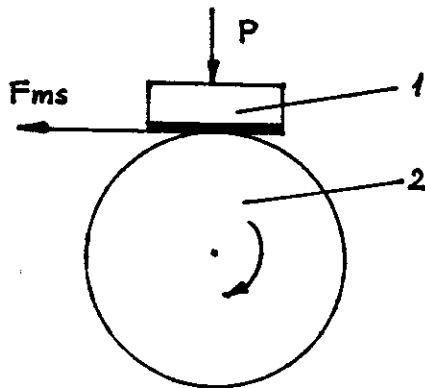
Động học quá trình Anod hoá được nghiên cứu thông qua đường cong phụ thuộc điện thế (u), vào thời gian (τ) trong điều kiện mật độ dòng (j) không thay đổi.

2.2. Nghiên cứu tổ chức tế vi lớp Anod hoá

Lớp Anod hoá được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét (HVĐTQ) và hiển vi quang học (HVQH), chiều dày của lớp đo trực tiếp trên kính hiển vi, độ xốp của lớp Anod hoá được xác định bằng phương pháp đo thủy tĩnh.

2.3 Các phương pháp nghiên cứu cơ tính

Độ cứng tế vi ($H\mu$) xác định trên KHVQH có thiết bị đo độ cứng PIM-T3. Khả năng chịu mài mòn được thử nghiệm theo sơ đồ trên hình 5.



Hình 5 : Sơ đồ thử mài mòn và tính hệ số ma sát của lớp Anod hoá

Các nghiên cứu tiến hành theo hai hướng :

a) Tiếp xúc lớp Anod hoá với một loại vật liệu chuẩn (thép): (1) trên hình 5 là mẫu nghiên cứu (Al hay hợp kim Al sau Anod hoá), (2) là vật liệu "chuẩn", về sau phương pháp thử này sẽ được gọi là "thử tương đối".

b) Tiếp xúc lớp Anod hoá với nhau, nghĩa là (1) và (2) trên hình 5 đều là mẫu nghiên cứu, phương pháp này gọi là "thử tuyệt đối".

Khả năng chịu mài mòn của mẫu nghiên cứu tính theo :

$$\Delta_g = \frac{\Delta G}{t.s} [mg / h.mm^2]$$