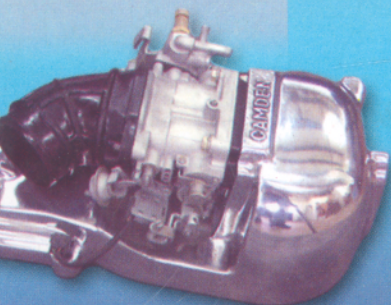
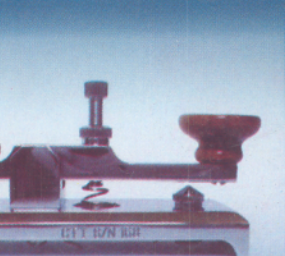


NGUYỄN VĂN LỘC

CÔNG NGHỆ MẠ ĐIỆN



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

NGUYỄN VĂN LỘC

CÔNG NGHỆ MẠ ĐIỆN

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

LỜI NÓI ĐẦU

Mạ điện là một trong những phương pháp rất có hiệu quả để bảo vệ kim loại khỏi ăn mòn trong môi trường xâm thực và trong khí quyển.

Các vật mạ điện có giá trị trang sức cao, ngoài ra còn có độ cứng, độ dẫn điện cao được áp dụng rộng rãi trong các nhà máy sản xuất thiết bị điện, ô tô, mô tô, xe đạp, dụng cụ y tế, các hàng kim khí tiêu dùng v.v... Ở các nước công nghiệp, ngành mạ điện phát triển rất mạnh.

Ở nước ta ngành mạ điện luôn được hoàn thiện để đáp ứng được nhu cầu ngày càng phát triển của công nghiệp. Máy năm gần đây, những kỹ thuật mới, công nghệ mới về mạ đặc biệt là mạ trang sức, mạ giả vàng, mạ phi kim loại, mạ phức hợp, mạ điện di v.v... có nhiều thành quả nghiên cứu và ứng dụng phong phú. Để thúc đẩy ngành mạ trong nước ngày càng phát triển, tiếp thu những thành quả tiên tiến của nước ngoài, chúng tôi viết quyển "Công nghệ mạ điện".

Sách gồm 7 phần với 34 chương :

- Phần thứ nhất : Những khái niệm cơ bản (Chương 1, 2)
- Phần thứ hai : Gia công bề mặt (Chương 3 đến chương 10)
- Phần thứ ba : Mạ đơn kim loại (Chương 11 đến chương 18)
- Phần thứ tư : Mạ hợp kim (Chương 19, 20)
- Phần thứ năm : Oxy hóa, phốtphat hóa và nhuộm màu kim loại (Chương 21 đến chương 24)
- Phần thứ sáu : Mạ đặc biệt (Chương 25 đến chương 31)
- Phần thứ bảy : Kiểm tra chất lượng lớp mạ, tính năng dung dịch mạ và thiết bị phân xưởng mạ (Chương 32 đến chương 34)

Sách viết trên cơ sở lấy công nghệ mạ làm chủ đạo, căn cứ vào tình hình thực tế trong nước, kết hợp với tài liệu tiên tiến của nước ngoài được áp dụng rộng rãi, nội dung rất toàn diện, phong phú. Chúng tôi cũng đã cố gắng cập nhật những kiến thức mới có liên quan và phù hợp với đối tượng sử dụng cũng như cố gắng gắn những nội dung lý thuyết với những vấn đề thực tế thường gặp trong sản xuất, đời sống để cuốn sách có tính thực tiễn cao.

Phần thứ tư và thứ năm (từ chương 19 đến chương 24) được để co chữ nhỏ, trình bày những công nghệ mới để người đọc nghiên cứu thêm.

Đây là lần đầu tiên xuất bản nên cuốn sách này chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót, rất mong nhận được các ý kiến đóng góp của người sử dụng để lần tái bản sau được hoàn chỉnh hơn. Mọi góp ý xin được gửi về Ban biên tập sách Đại học – Dạy nghề, 25 Hà Thuyên, Hà Nội.

Tác giả

PHẦN THỨ NHẤT

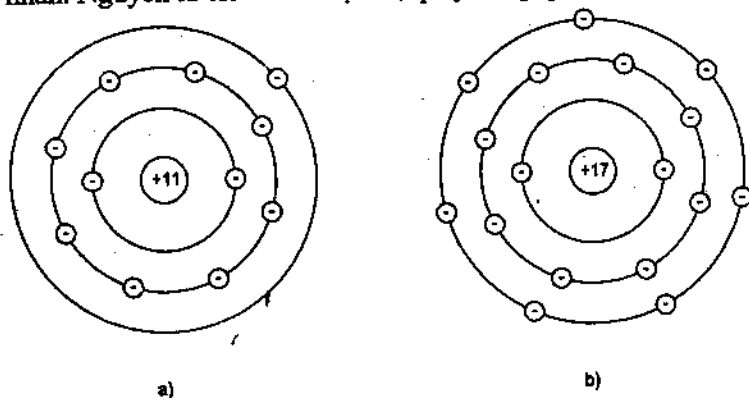
NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Chương I

NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ HÓA HỌC VÀ ĐIỆN HÓA

I - CẤU TẠO NGUYÊN TỬ VÀ SỰ HÌNH THÀNH ION

Tất cả vật chất đều do phân tử tạo thành. Phân tử là phân tử nhỏ nhất tạo thành vật chất. Phân tử do các nguyên tử tạo thành. Nguyên tử gồm có một hạt nhân ở giữa mang điện tích dương và các điện tử mang điện tích âm quay xung quanh hạt nhân. Khối lượng của nguyên tử tập trung ở hạt nhân; tính chất hóa học của nguyên tử phụ thuộc vào điện tích hạt nhân và cấu tạo của lớp vỏ nguyên tử. Trong nguyên tử, lượng điện tích dương bằng điện tích âm, nguyên tử trung hòa về điện. Thí dụ: nguyên tử natri có 11 điện tử, quay xung quanh hạt nhân. Nguyên tử clo có 17 điện tử, quay xung quanh hạt nhân (hình 1.1).



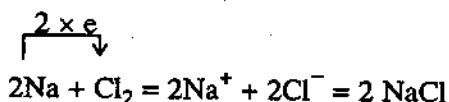
Hình 1.1. Cấu tạo nguyên tử
a) natri; b) clo

Điện tử trong nguyên tử chuyển động cách hạt nhân không đều nhau, phân thành nhiều lớp. Mỗi lớp có một số điện tử nhất định, giữa hạt nhân và các điện tử có lực hút tĩnh điện. Điện tử nằm ở vòng ngoài thì lực hút tĩnh điện yếu hơn so với điện tử lớp trong.

Vì vậy trong điều kiện nào đó, điện tử lớp ngoài cùng có thể thoát ra khỏi sức hút của hạt nhân và nhảy sang nằm trên vòng ngoài cùng của nguyên tử khác. Nguyên tử sau khi mất điện tử mang điện tích dương (hay gọi là ion dương), còn nguyên tử được kết hợp với điện tử mang điện tích âm (hay gọi là ion âm).

Ion dương và ion âm có thể kết hợp với nhau tạo thành hợp chất. Mỗi liên kết ấy gọi là mối liên kết ion.

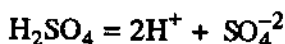
Thí dụ:



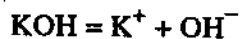
II – DUNG DỊCH ĐIỆN LY – SỰ TẠO THÀNH LỚP MẠ

1. Dung dịch điện ly

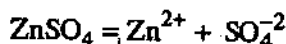
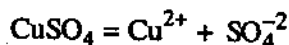
Trong kỹ thuật mạ, áp dụng rộng rãi các dung dịch axit, bazơ và muối. Khi hòa tan trong dung dịch thì chúng phân ly thành các ion, được gọi là dung dịch điện ly. Trong dung dịch axit thì phân ly thành H^+ và gốc axit.



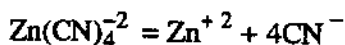
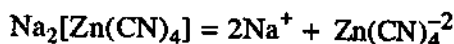
Trong dung dịch kiềm thì phân ly thành ion kim loại và ion OH^- :



Trong dung dịch muối thì phân ly thành ion kim loại và gốc axit:



Dung dịch muối phức thì phân ly thành hai bước. Bước thứ nhất, phân ly thành ion kim loại và ion muối phức. Bước thứ hai, ion muối phức phân ly thành ion kim loại và ion gốc axit.



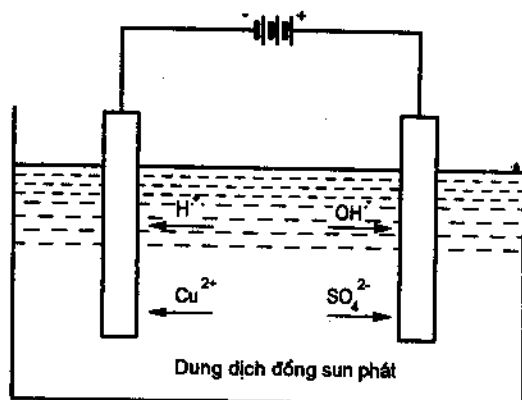
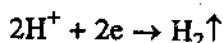
Sự phân ly của ion muối phức rất nhỏ, nên nồng độ kim loại rất thấp.

2. Sự hình thành lớp mạ

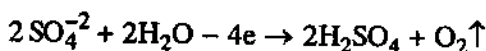
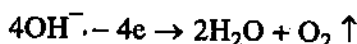
Nhúng hai tấm kim loại (gọi là điện cực) vào dung dịch điện ly và nối với nguồn điện một chiều. Cực nối với cực dương của nguồn điện gọi là anốt (cực dương), cực nối với cực âm của nguồn điện gọi là catốt (cực âm).

Khi có dòng điện chạy qua thì các ion dương sẽ theo chiều dòng điện chạy về phía catốt, nhận điện tử – bị khử. Ion âm sẽ chạy về anốt, mất điện tử – bị oxy hóa.

Thí dụ, khi nhúng hai cực vào trong dung dịch đồng sunfat và nối với nguồn điện một chiều (hình 1.2), lúc này trên catốt có đồng và khí hydro thoát ra. Trên anốt, nếu anốt không hòa tan thì oxy thoát ra, nếu anốt là đồng thì đồng bị hòa tan và oxy thoát ra. Phản ứng của chúng như sau:



Hình 1.2. Sự điện phân trong dung dịch đồng sunphat



Trên anốt đồng bị hòa tan, bổ sung ion đồng bị tiêu hao trong dung dịch. Nếu như trên catốt treo chi tiết đã được làm sạch, sẽ tạo thành lớp mạ đồng.

Ở catốt, ion kim loại tạo thành nguyên tử kim loại, ở anốt nguyên tử kim loại thành ion kim loại, đó là anốt hòa tan. Ở anốt không hòa tan xảy ra những phản ứng phức tạp khác.

III - ĐỊNH LUẬT PARADÂY

1. Quá trình điện phân tỉ lệ thuận với cường độ dòng điện và thời gian điện ly.

Công thức : $m = kIt = kQ$

m - trọng lượng vật chất được kết tủa (hoặc hòa tan) trên điện cực;

I - cường độ dòng điện (A);

t - thời gian (giờ);

Q - điện lượng (ampe giờ);

k - hệ số tỉ lệ.

2. Khi cho điện lượng như nhau vào trong dung dịch khác nhau thì lượng chất kết tủa trên catốt tỉ lệ thuận với đương lượng hóa học. Nếu cho điện lượng 96.500 culông (28,6 ampe giờ) đi qua dung dịch sẽ được một đương lượng gam của bất kì chất nào.

Đương lượng gam của một chất bằng phân tử gam của chất đó chia cho số điện tích hay số điện tử của một phân tử chất đó trao đổi hay tham gia trong phản ứng đã cho.

Đương lượng điện hoá là số gam vật chất sinh ra khi đi qua điện lượng 1 Ampe giờ. Đương lượng điện hóa của một số nguyên tố (xem bảng 1.1).

Bảng 1.1. Đương lượng điện hóa của một số nguyên tố

Tên		Zn ²⁺	Cd	Cu	Cu	Ni	Ni	Sn	Sn	Cr	Cr	Ag	Au
Hóa trị		2	2	1	2	2	3	2	4	3	6	1	3
Đương lượng điện hóa	mg/culông	0,339	0,852	0,658	0,329	0,304	0,203	0,615	0,307	0,18	0,0896	1,118	0,681
	g/A giờ	1,22	2,079	2,372	1,186	1,095	0,730	2,214	1,107	0,647	0,324	4,025	2,452

Đương lượng điện hóa tính theo công thức:

$$a = \frac{A}{n} \cdot 28,6$$

trong đó: A - nguyên tử lượng; n - hóa trị; 28,6 - số điện lượng.

Thí dụ: Đương lượng điện hóa của kẽm là:

$$a = \frac{58,569}{2 \times 28,6} = 1,095 \text{ g/Ampe giờ}$$

Lượng vật chất tách ra theo công thức:

$$m = aIt$$

trong đó: m - lượng vật chất tách ra trên catốt; I - cường độ dòng điện (ampe); t - thời gian (giờ); a - đương lượng điện hóa (g/ampe giờ).

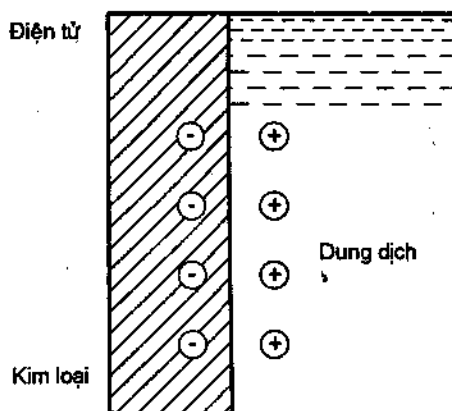
IV - ĐIỆN THẾ TIÊU CHUẨN CỦA KIM LOẠI

Tất cả các phân tử, nguyên tử và ion đều chuyển động thường xuyên; ở trạng thái rắn, nguyên tử dao động tại chỗ, ở trạng thái lỏng chúng chuyển động mạnh lên; có thể rời vị trí mà trượt lên nhau.

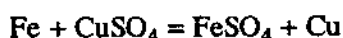
Đa số các kim loại khi nhúng vào dung dịch thì bị hòa tan tạo nên các ion tương ứng. Thí dụ khi nhúng tấm sắt vào trong dung dịch, phân tử có cực ion kim loại bị hút đi vào dung dịch. Nhưng số điện tử tương đương sẽ tích lũy lại trên kim loại làm cho kim loại chứa điện tích âm. Sau khi đi vào dung dịch, các ion đó bị điện tích âm của kim loại giữ lại tạo nên lớp điện tích kép; ngăn trở không cho kim loại hòa tan vào dung dịch. Cuối cùng đạt tới giá trị cân

bằng (hình 1.3). Như vậy giữa dung dịch và kim loại tạo nên một hiệu điện thế. Đối với các kim loại khác nhau thì hiệu điện thế cũng khác nhau.

Để đo điện thế kim loại, người ta dùng điện cực hydro tiêu chuẩn. Điện thế điện cực của kim loại có liên quan tới nhiệt độ, áp suất, tính chất dung dịch và nồng độ ion. Để tiện so sánh, người ta đo điện thế điện cực ở điều kiện nhiệt độ 25°C, nồng độ ion kim loại trong dung dịch là 1 g ion/lit và gọi là điện thế tiêu chuẩn. Bảng 1.2 là điện thế tiêu chuẩn của một số kim loại thường dùng. Điện thế tiêu chuẩn của kim loại sắp xếp từ âm đến dương tạo thành dãy hoạt động kim loại. Kim loại nào có điện thế cao hơn hydro thì có điện thế dương. Kim loại nào có điện thế thấp hơn hydro thì có điện thế âm. Điện thế kim loại càng âm thì kim loại càng hoạt động. Những kim loại có điện thế âm hơn có thể đẩy được những kim loại có điện thế dương hơn ra khỏi muối của nó. Thí dụ: nhôm sắt vào dung dịch đồng sunfat, vì sắt có điện thế âm hơn so với đồng, nên có thể đẩy được đồng ra khỏi muối của nó.



Hình 1.3. Sự tạo thành lớp điện tích kép



Bảng 1.2. Điện thế tiêu chuẩn của kim loại

Kim loại	Phản ứng tạo thành điện thế	Điện thế tiêu chuẩn
Mg	$\text{Mg} \rightleftharpoons \text{Mg}^{+2} + 2\text{e}$	- 2,38
Al	$\text{Al} \rightleftharpoons \text{Al}^{+3} + 3\text{e}$	- 1,66
Zn	$\text{Zn} \rightleftharpoons \text{Zn}^{+2} + 2\text{e}$	- 0,76
Cr	$\text{Cr} \rightleftharpoons \text{Cr}^{+3} + 3\text{e}$	- 0,74
Fe	$\text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{+2} + 2\text{e}$	- 0,44
Cd	$\text{Cd} \rightleftharpoons \text{Cd}^{+2} + 2\text{e}$	- 0,40
Ni	$\text{Ni} \rightleftharpoons \text{Ni}^{+2} + 2\text{e}$	- 0,25
Sn	$\text{Sn} \rightleftharpoons \text{Sn}^{+2} + 2\text{e}$	- 0,14
Pb	$\text{Pb} \rightleftharpoons \text{Pb}^{+2} + 2\text{e}$	- 0,127
H	$\text{H} \rightleftharpoons \text{H}^{+} + \text{e}$	0
Cu	$\text{Cu} \rightleftharpoons \text{Cu}^{+2} + 2\text{e}$	+ 0,339
Ag	$\text{Ag} \rightleftharpoons \text{Ag}^{+} + \text{e}$	+ 0,799
Au	$\text{Au} \rightleftharpoons \text{Au}^{+} + \text{e}$	+ 1,68

V - SỰ PHÂN CỰC

1. Nguyên nhân sinh ra sự phân cực

Khi nhúng một thanh kim loại vào trong dung dịch thì tạo nên một điện thế nhất định, đạt tới trạng thái cân bằng. Khi có dòng điện đi qua thì trạng thái cân bằng bị phá vỡ, tạo nên một điện thế mới.

Khi có dòng điện một chiều đi vào hai cực kim loại nhúng trong dung dịch thì điện thế catốt (cực âm) trở nên âm hơn, điện thế anốt (cực dương) trở nên dương hơn. Sự thay đổi điện thế như vậy gọi là sự phân cực. Khi điện phân, tốc độ di chuyển của ion kim loại trong dung dịch và tốc độ phóng điện của chúng không kịp với tốc độ di chuyển của điện tử, làm cho bề mặt catốt tích điện âm tăng lên. Vì vậy điện thế càng âm. Ở anốt do sự hòa tan của kim loại, tăng cao nồng độ ion, tích lũy điện tích dương càng nhiều, làm cho điện thế càng dương.

Sự phân cực gây nên do tốc độ di chuyển của ion, gọi là sự phân cực nồng độ. Sự phân cực nồng độ là do sự thay đổi nồng độ ion kim loại ở lớp sát anốt và catốt. Ở lớp sát anốt, nồng độ ion kim loại tăng lên, ở lớp sát catốt, nồng độ ion kim loại giảm đi.

Sự phân cực gây nên do sự phóng điện chậm của ion gọi là sự phân điện cực hóa. Trong quá trình điện phân thường xảy ra đồng thời phân cực nồng độ và phân điện cực hóa, nhưng tùy trường hợp cụ thể mà chiếm tỷ trọng khác nhau. Thông thường, khi mật độ dòng điện nhỏ thì phân điện cực hóa là cơ bản, khi mật độ dòng điện cao thì phân cực nồng độ là cơ bản.

2. Những nhân tố ảnh hưởng đến sự phân cực

(1) Ảnh hưởng của thành phần dung dịch

Sự phân cực phụ thuộc vào thành phần dung dịch, dung dịch khác nhau thì sự phân cực khác nhau. Nói chung, sự phân cực của dung dịch nồng độ thấp lớn hơn sự phân cực của dung dịch nồng độ cao. Hiện tượng này do trong dung dịch nồng độ thấp, số ion của nó rất khó bổ sung vào lớp sát catốt. Dung dịch muối phức có phân cực lớn hơn dung dịch muối đơn.

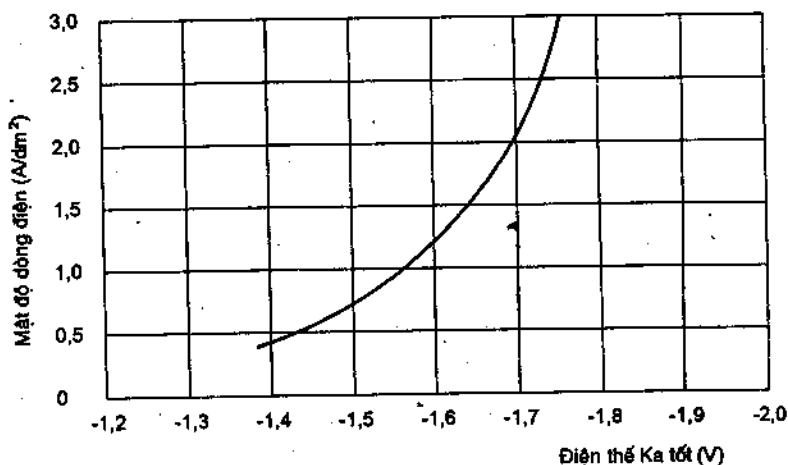
Thí dụ: sự phân cực của dung dịch xianua lớn hơn dung dịch tính axit.

Ngoài ra khi cho chất phụ gia vào trong dung dịch, sẽ có ảnh hưởng lớn đến sự phân cực. Đa số trường hợp khi cho chất phụ gia vào làm tăng sự phân cực.

(2) Ảnh hưởng của mật độ dòng điện

Khi mật độ dòng điện tăng cao, sự phân cực cũng tăng lên. Bởi vì khi mật độ dòng điện cao, tốc độ di chuyển của ion và tốc độ phóng điện của nó cũng khác nhau rõ rệt.

Quan hệ giữa điện thế điện cực và mật độ dòng điện thay đổi gọi là đường cong phân cực. Hình 1.4 biểu diễn đường cong phân cực của dung dịch mangan xianua. Điện thế catốt càng âm khi mật độ dòng điện catốt càng cao.



Hình 1.4

(3) Ảnh hưởng của nhiệt độ

Nhiệt độ dung dịch tăng lên, làm tăng sự dịch chuyển của ion, bổ sung rất nhanh số ion ở lớp catốt và khuếch tán mạch số ion của anốt hòa tan, do đó làm giảm sự phân cực

(4) Ảnh hưởng sự khuấy trộn

Khuấy trộn làm tăng sự khuếch tán của ion, do đó làm giảm sự phân cực.

3. Ảnh hưởng sự phân cực đối với mạ điện

Sự phân cực có quan hệ mật thiết với mạ và quyết định:

- Được lớp mạ kết tinh mịn.
- Khả năng phân bố tốt, lớp mạ phân bố đồng đều.
- Làm cho hydro thoát ra mạnh, làm giảm hiệu suất dòng điện và độ bám chắc lớp mạ. Khi nghiêm trọng có thể gây ra bọt khí, tróc v.v...
- Sự phân cực anốt làm cho anốt hòa tan không bình thường, dung dịch không ổn định.

Ảnh hưởng sự phân cực đến lớp mạ, có mặt lợi, có mặt hại. Trong quá trình mạ, phải lợi dụng mặt lợi, không chế làm mất đi mặt hại. Quá trình mạ không cần sự phân cực anốt, ngoài dung dịch mạ thiếc tính kiềm, lợi dụng phân cực anốt, làm cho anốt thụ động để hòa tan ion Sn^{+4} . Đa số trường hợp muốn được lớp mạ mịn, khả năng phân bố tốt đều phải nâng cao phân cực catốt nhưng phải hạn chế trong phạm vi nhất định bởi vì nâng cao phân cực catốt sẽ làm giảm hiệu suất dòng điện, độ bám chắc của lớp mạ không tốt v.v...

VI - QUÁ THẾ HYDRÔ

Muốn có kim loại kết tủa trên catốt phải có điện thế âm hơn điện thế tiêu chuẩn của nó. Thí dụ: khi mạ niken, điện thế tiêu chuẩn của niken là $-0,23V$, cần phải có điện thế $-0,6V$ mới có lớp mạ. Vậy lượng điện thế tăng lên so với điện thế tiêu chuẩn gọi là quá thế.

Trên catốt, ngoài ion kim loại thoát ra còn có hydro thoát ra. Hydro thoát ra nhiều hay ít là do quá thế quyết định. Ion nào có quá thế thấp thì ion ấy phóng điện trước, quá thế cao thì ion khó phóng điện.

Quá thế hydro có ý nghĩa lớn trong kỹ thuật mạ. Những kim loại như kẽm, niken, crôm, sắt v.v... có điện thế tiêu chuẩn âm hơn so với hydro, vì vậy hydro thoát ra trước, kim loại không thể kết tủa được. Nhưng do tồn tại quá thế hydro nên có thể mạ được những kim loại này. Đồng thời quá thế hydro làm giảm sự thoát ra hydro, làm giảm tính giòn lớp mạ, nâng cao hiệu suất dòng điện, dung dịch ổn định, lớp mạ bám chắc.

Hydro thoát ra làm cho lớp mạ không tốt vì vậy phải dùng mọi biện pháp để nâng cao quá thế hydro.

Quá thế hydro phụ thuộc vào bản chất điện cực, quá thế hydro trên platin bằng $0,03V$ quá thế hydro trên crôm bằng $0,826V$.

Quá thế hydro phụ thuộc vào trạng thái bề mặt điện cực, bề mặt gồ ghề, xù xì, quá thế hydro nhỏ.

Quá thế hydro tăng khi mật độ dòng điện tăng và giảm khi nhiệt độ tăng.

Quá thế hydro phụ thuộc vào tính chất dung dịch và pH của dung dịch. Thí dụ: quá thế hydro của dung dịch mạ axit tăng, khi độ pH tăng.

VII - HIỆU SUẤT DÒNG ĐIỆN

Trên catốt ngoài ion kim loại phóng điện, còn có hydro. Vì vậy trong nhiều quá trình mạ kim loại bám trên catốt, không bằng lượng tính toán theo định luật Faraday. Lượng điện đi qua phải mất một phần để thực hiện phản ứng phụ, tạo thành khí hydro bay lên.

Tỉ số lượng vật chất sinh ra thực tế so với số lượng sinh ra theo tính toán gọi là hiệu suất dòng điện.

Hiệu suất dòng điện :

$$\eta = \frac{m}{aIt} 100\%$$

Trong đó: m - trọng lượng chất thu được (gam);

a - đương lượng điện hóa g/Ampe giờ;

I - cường độ dòng điện (Ampe);

t - thời gian (giờ).

Căn cứ vào định luật Faraday, bằng tính đương lượng điện hóa, cường độ dòng điện, có thể tính được hiệu suất dòng điện, thời gian mạ, độ dày lớp mạ v.v...

Thí dụ 1: Trong dung dịch mạ crôm, khi cho dòng điện 20 Ampe, thời gian 2 giờ, trên catốt được 1,8 gam crôm. Tính hiệu suất dòng điện.

Giải: Theo công thức:

$$\eta = \frac{m}{\text{alt}}$$

Từ bảng 1.1 tìm được đương lượng điện hóa của crôm, $a = 0,324 \text{ g/Ampe giờ}$.

Vì vậy:

$$\eta = \frac{1,8}{0,324 \times 20 \times 2} = 13,9\%$$

Vậy hiệu suất dòng điện của crôm là 13,9%.

Thí dụ 2. Biết hiệu suất dòng điện của niken $\eta = 95\%$ mật độ dòng điện $D_K = 1,5 \text{ A/dm}^2$. Tính độ dày lớp mạ khi thời gian mạ 40 phút.

Giải: Trọng lượng m

$$m = I \cdot t \cdot \delta \cdot \gamma$$

trong đó: γ – tỷ trọng của kim loại (g/cm^3); S – diện tích bề mặt vật mạ (dm^2);
 δ – độ dày lớp mạ (mm).

Thay thế vào công thức:

$$\eta = \frac{m}{\text{alt}} \cdot 100\%$$

$$\text{Độ dày lớp mạ: } \delta = \frac{D_K \times t \times \eta \times a}{\gamma \times 1000} \text{ (mm)}$$

Từ bảng 1.1 tìm được đương lượng điện hóa của niken là $a = 1,095 \text{ g/Ampe giờ}$.
Tỷ trọng niken là $\gamma = 8,8$. Vì vậy:

$$\delta = \frac{1,5 \times 0,7 \times 95 \times 1,095}{8,8 \times 1000} = 0,012 \text{ mm}$$

Vậy độ dày lớp mạ là 0,012 mm (12 μm).

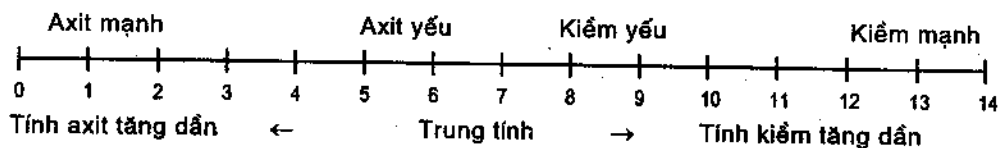
VIII – NỒNG ĐỘ ION H^+

Ion H^+ mang tính axit và ion OH^- mang tính chất kiềm. Độ axit của dung dịch phụ thuộc vào nồng độ ion H^+ . Ion H^+ càng cao, độ axit càng cao. Nếu nồng độ ion H^+ bằng nồng độ ion OH^- thì dung dịch trung hòa. Trong nước nguyên chất, nồng độ ion H^+ và ion OH^- bằng 10^{-7} mol/l . Để đo nồng độ ion H^+ , dùng trị số pH.

Theo định nghĩa: $\text{pH} = -\lg C_{\text{H}^+}$

Dung dịch trung hòa: $C_{\text{H}^+} = 10^{-7} \text{ mol/l}$ nên dung dịch có $\text{pH} = 7$.

Dung dịch axit $\text{pH} < 7$, dung dịch kiềm $\text{pH} > 7$ (hình 1.5).



Hình 1.5

Trong quá trình mạ cần duy trì và ổn định độ pH trong phạm vi quy định. Nếu pH thay đổi, làm xấu chất lượng lớp mạ như: tăng độ giòn, gãy, rỗ, bong v.v...

Để ổn định và duy trì độ pH của dung dịch trong phạm vi quy định, thường cho vào các chất phụ gia gọi là chất đệm. Chất đệm có khả năng tạo nên ion H^+ khi thiếu hay kết hợp để bớt ion thừa.

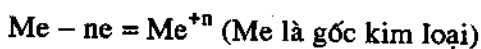
Dung dịch mạ niken thường cho chất đệm là H_3BO_3 .

Để đo trị số pH dùng hai phương pháp: đo bằng giấy pH và bằng máy đo pH.

IX – QUÁ TRÌNH ANỐT VÀ SỰ THU ĐỘNG ANỐT

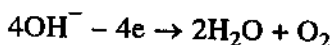
1. Quá trình anốt

Mạ điện thường dùng anốt hòa tan. Khi có dòng điện đi qua, kim loại hòa tan do sự phân cực chuyển về phía dương.

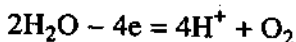


Trên anốt ngoài quá trình hòa tan còn có oxy thoát ra.

Trong môi trường kiềm, ôxi thoát ra theo phản ứng:



Trong môi trường axit, oxy thoát ra theo phản ứng:



Trên anốt hòa tan còn xảy ra nhiều phản ứng phụ khác, oxy thoát ra làm cho hiệu suất dòng điện anốt giảm thấp.

2. Thu động anốt

Thông thường khi có dòng điện đi vào dung dịch điện ly, anốt hòa tan. Nhưng mật độ anốt lớn hoặc thành phần dung dịch không đúng thì anốt không tan mà chỉ có oxy thoát ra, anốt bị đen. Quá trình hòa tan của anốt bị kìm

hãm, gọi là sự thụ động. Để chống sự thụ động, cho vào các chất hoạt động như các ion clo, flo, brom v.v...

X – SỰ ĂN MÒN KIM LOẠI

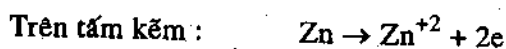
1. Nguyên nhân gây ra sự ăn mòn kim loại

Kim loại tiếp xúc với không khí, đất hoặc dung dịch sinh ra sự ăn mòn. Có hai loại ăn mòn là ăn mòn hóa học và ăn mòn điện hóa.

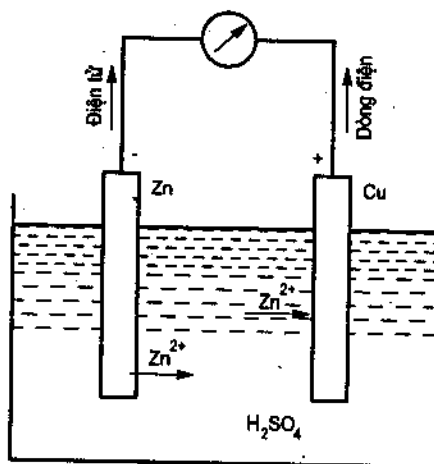
Ăn mòn hóa học xảy ra khi không có dòng điện phát sinh. Sự ăn mòn đó xảy ra khi bị oxy hóa ở nhiệt độ cao, hay ăn mòn trong dung dịch không có chất điện ly. Thí dụ thép ăn mòn ở nhiệt độ cao, kim loại bị ăn mòn trong dung môi hữu cơ v.v...

Ăn mòn điện hóa xảy ra khi có dòng điện phát sinh. Thí dụ: nhúng tấm đồng và tấm kẽm vào trong dung dịch axit H_2SO_4 loãng, dùng dây dẫn nối hai cực ta thấy có dòng điện đi qua, dòng điện này có chiều từ tấm đồng chạy về tấm kẽm (hình 1.6) tạo thành pin.

Trong dung dịch có phản ứng như sau:



(nguyên tử Zn bị hoà tan vào dung dịch)



Hình 1.6. Nguyên lý tạo thành pin

Như vậy, ta thấy kẽm không ngừng bị ăn mòn, trên tấm đồng có khí hydro thoát ra.

Đa số trường hợp, kim loại do nhiều nguyên tố tạo thành, gồm kim loại và phi kim loại. Vì vậy khi chúng tiếp xúc với dung dịch thì hình thành rất

nhiều pin, vì thể tích của nó rất nhỏ nên gọi là vi pin. Anốt của vi pin bị hòa tan, kim loại bị phá hủy. Đó là nguyên nhân gây ra sự ăn mòn điện hóa đối với kim loại.

2. Những nhân tố ảnh hưởng đến sự ăn mòn

Những nhân tố ảnh hưởng đến sự ăn mòn rất phức tạp, chủ yếu do mấy nhân tố sau:

(1) Ảnh hưởng của bản chất kim loại

Nói chung, tính chống ăn mòn của kim loại liên quan đến điện thế tiêu chuẩn, hoạt độ hóa học của kim loại. Điện thế tiêu chuẩn của kim loại càng âm thì hoạt độ hóa học càng cao, kim loại dễ bị ăn mòn. Nhưng có những kim loại (như crôm, niken) điện thế tiêu chuẩn của chúng âm, hoạt độ hóa học cao, nhưng độ bền ăn mòn tốt. Vì trên bề mặt có hình thành lớp màng oxy hóa kín, rất mỏng, có tính ổn định hóa học cao, có thể bảo vệ kim loại khỏi ăn mòn. Đó là sự thụ động hóa kim loại.

Tính chống gỉ của kim loại còn liên quan đến hàm lượng tạp chất và độ bóng của nó. Tạp chất của kim loại càng nhiều, tính chống gỉ càng kém. Độ bóng kim loại càng cao, tính chống gỉ càng tốt.

(2) Ảnh hưởng của nhiệt độ

Nhiệt độ ảnh hưởng rất lớn đến sự ăn mòn. Nhiệt độ càng cao, hoạt độ hóa học của kim loại và dung dịch tăng, do đó làm tăng sự ăn mòn.

(3) Ảnh hưởng của môi trường ăn mòn

Tính chống gỉ của nguyên liệu có quan hệ trực tiếp tới môi trường ăn mòn. Trong môi trường khác nhau, tính ổn định của kim loại cũng khác nhau. Thí dụ vàng ổn định trong nhiều dung dịch nhưng bị ăn mòn trong nước cường toan.

3. Phương pháp chống ăn mòn

Ăn mòn kim loại là vấn đề rất nghiêm trọng gây nên tổn thất rất lớn cho nền kinh tế quốc dân. Trên thế giới có khoảng 1/9 trọng lượng kim loại hàng năm bị ăn mòn, phá hủy. Để bảo vệ kim loại khỏi ăn mòn, trong điều kiện công nghệ cho phép, nên tận dụng khả năng chọn nguyên liệu kim loại chống ăn mòn, gia công bề mặt, nhiệt luyện hợp lý, thiết kế cơ cấu hợp lý. Có nhiều phương pháp để chống ăn mòn:

- Căn cứ vào môi trường khác nhau mà chọn đúng nguyên liệu.
- Tắm kim loại có cấu tạo hợp lý để phòng sự ăn mòn của các vi pin.
- Sản xuất hợp kim chống gỉ: như thép không gỉ.
- Xử lý môi trường ăn mòn làm cho nó không phát huy tác dụng. Thí dụ: trong nước cho Na_2CO_3 , Na_3PO_4 , NaNO_2 v.v... làm cho thép không bị ăn mòn.

– Bảo vệ điện hóa, làm cho nguyên liệu ở nguồn điện catốt hoặc ở anốt thụ động hóa.

– Bảo vệ bằng tráng phủ bề mặt: như sơn, mạ, “xy hóa, phốt phát hóa v.v... yêu cầu lớp phủ phải bám chắc, mịn, độ xốp nhỏ, có tính bền hóa học cao, có độ dày nhất định.

XI – LỚP MẠ ANỐT VÀ CATỐT

Để bảo vệ kim loại khỏi ăn mòn có thể dùng nhiều phương pháp, nhưng phương pháp mạ được dùng nhiều nhất theo quan điểm về ăn mòn. Lớp mạ chia làm hai loại: lớp mạ anốt và lớp mạ catốt.

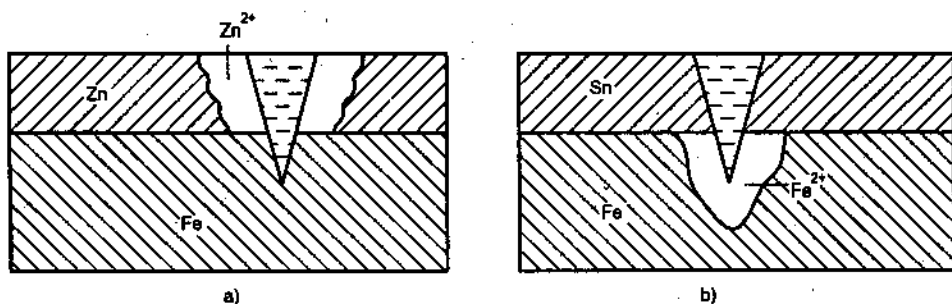
Nếu kim loại được mạ có điện thế âm hơn so với kim loại nền, thì gọi là lớp mạ catốt. Như vậy lớp mạ bị ăn mòn, kim loại nền được bảo vệ.

Thí dụ: Khi mạ kẽm trên sắt, kẽm có điện thế âm hơn so với sắt, cho nên tại các lỗ xốp và khe nứt của lớp mạ, nước đọng lại hấp phụ khí cacbonic của không khí tạo thành dung dịch điện ly.

Kẽm và sắt trở thành hai cực, kẽm là anốt sắt là catốt, kẽm bị ăn mòn, sắt được bảo vệ (hình 1.7a).

Nếu kim loại có điện thế dương hơn so với kim loại nền thì gọi là lớp mạ catốt, như vậy kim loại nền sẽ bị ăn mòn.

Thí dụ: mạ thiếc trên sắt, thiếc có điện thế dương hơn so với sắt, cũng lý luận như trên, thiếc là lớp mạ catốt, sắt sẽ bị ăn mòn (hình 1.7b).



Hình 1.7. a) Sự ăn mòn của lớp mạ kẽm trên lớp sắt (lớp mạ anốt)

b) Sự ăn mòn của sắt khi mạ thiếc là sắt (lớp mạ catốt)

XII – NỒNG ĐỘ DUNG DỊCH

Lượng vật chất hòa tan trong một dung môi thể tích nhất định, gọi là nồng độ dung dịch.

Có nhiều phương pháp để biểu thị nồng độ dung dịch.

1. Nồng độ gam/lit (g/l)

Đơn vị nồng độ g/l là nồng độ thường dùng trong mả, biểu thị số gam chất hòa tan trong 1 lít dung dịch.

2. Nồng độ phần trăm (%)

Nồng độ phần trăm (theo trọng lượng) chỉ số gam chất hòa tan trong 100g dung dịch.

Nồng độ phần trăm (theo thể tích) chỉ số (ml) chất hòa tan trong 100 ml dung dịch. Thí dụ H_2SO_4 15% (theo thể tích) nghĩa là cứ 100 ml dung dịch có 15 ml H_2SO_4 đậm đặc (tỷ trọng 1,84).

Nồng độ phần trăm (trọng lượng theo thể tích) chỉ số gam chất hòa tan trong 100 ml dung dịch.

Thí dụ: KI 20% (trọng lượng theo thể tích) có nghĩa là có 20g KI trong 100 ml dung dịch.

3. Nồng độ phân tử gam (M)

Nồng độ phân tử gam là số phân tử gam chất hòa tan trong 1 lít dung dịch, kí hiệu M.

Thí dụ: Một lít dung dịch có 196g H_2SO_4 . Vậy nồng độ phân tử gam của H_2SO_4 là:

$$M = \frac{196}{98} = 2$$

4. Nồng độ đương lượng gam (N)

Nồng độ đương lượng gam là số đương lượng gam chất hòa tan trong 1 lít dung dịch, ký hiệu N.

Thí dụ: Một lít dung dịch có 196g axit H_2SO_4 . Vậy nồng độ tương đương gam của H_2SO_4 là:

$$N = \frac{196}{49} = 4$$

Đương lượng gam của axit là tỷ số một phân tử gam axit và số ion H^+ của phân tử đó tham gia phản ứng. Đương lượng gam của bazơ là tỷ số một phân tử gam bazơ và số ion OH^- của phân tử đó tham gia phản ứng.

XIII - DUNG DỊCH KEO

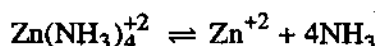
Dung dịch là hệ đơn pha đồng đều tạo thành do chất hòa tan và dung môi. Dung dịch keo chất hòa tan là hạt keo (còn gọi là pha phân tán), dung môi là

chất phân tán. Dung dịch keo là hệ tạo thành do những hạt keo có đường kính $1\text{\AA} - 100\text{\AA}$ và chất phân tán (dung môi). Dung dịch keo là hệ nhiều pha. Dung dịch có chất keo nằm phân tán gọi là dung dịch keo.

Trong dung dịch mạ cho vào các chất keo như keo xương, keo da trâu, gelatin, destrin và các hợp chất cao phân tử khác như polyglycol v.v... đều là dung dịch keo. Nhưng chất phụ gia cho vào dung dịch mạ nhằm mở rộng phạm vi công nghệ và nâng cao chất lượng mạ.

XIV - CHẤT TẠO PHỨC

Hợp chất phức tạp tạo thành do những phân tử đơn giản hóa hợp với nhau theo tỷ lệ nhất định gọi là hợp chất giữa các phân tử. Hợp chất giữa các phân tử trong dung dịch nước phân ly toàn bộ thành các ion đơn giản gọi là muối kép. Thí dụ: $\text{K}_2\text{SO}_4 \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ và $\text{KCl MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ đều là muối kép. Nhưng còn một loại hóa hợp giữa các phân tử, thí dụ: $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ hòa tan trong nước, chỉ có rất ít Fe^{+2} , CN^- phân ly ra, mà nó tồn tại đa số ở dạng $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{-4}$. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ hòa tan trong nước phân ly dạng SO_4^{-2} và $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{+2}$. Những chất này có tính ổn định nhất định, hợp chất trong phân tử chỉ phân ly một bộ phận hoặc cơ bản không phân ly gọi là phức chất, đó là chất có khả năng tạo thành phức với ion kim loại. Phức chất khó hòa tan trong nước, ion phức khác nhau có khả năng phân ly khác nhau. Hằng số cân bằng khi ion phức phân ly đạt đến giá trị cân bằng gọi là hằng số không ổn định, kí hiệu là K. K biểu thị năng lực phân ly của phức chất. Thí dụ: Sự phân ly của $\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{+2}$ phương trình cân bằng như sau:



$$K = \frac{[\text{Zn}^{+2}][\text{NH}_3]^4}{[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{+2}]}$$

Giá trị K càng lớn, phức càng không ổn định, dễ bị phân hủy.

Những ion phức khác nhau có hằng số không ổn định khác nhau, ion phức giống nhau, ở nhiệt độ khác nhau, hệ số không ổn định không giống nhau. Để thuận tiện, dùng ký hiệu pK để biểu thị:

$$\text{pK} = -\log K$$

Từ công thức thấy rằng pK càng lớn, ion phức càng ổn định, càng khó hòa tan.

XV - CHẤT HOẠT ĐỘNG BỀ MẶT

Trên mặt tiếp xúc giữa chất lỏng và không khí, lực hấp dẫn giữa các phân tử chất lỏng lớn hơn phân tử chất khí, vì thế tạo nên lực tác dụng co lại trên bề mặt chất lỏng, gọi là sức căng bề mặt.

Chất làm giảm sức căng bề mặt gọi là chất hoạt động bề mặt, thí dụ: trong mạ thường dùng chất hoạt động bề mặt là Natri lauryl sunfat, chất tẩy Hải Âu, chất nhũ hóa OP v.v... Chất hấp phụ đặc biệt sinh ra trên bề mặt kim loại và chất lỏng gọi là chất hoạt động bề mặt.

1. Tính chất và tác dụng của chất hoạt động bề mặt

Phân tử chất hoạt động bề mặt có một đầu không cực ghét nước thường là đầu hydro cacbon còn một đầu có cực thân nước (như nhóm $-OH$, $-COOH$, $-SO_3H$, $-NH_2$ v.v...) có tác dụng hút các phân tử nước. Đầu thân nước và đầu ghét nước của chất hoạt động bề mặt tạo thành màng hấp phụ làm cho phân tử sắp xếp định hướng.

Chất hoạt động bề mặt có tác dụng thấm ướt, nhũ hóa, thẩm thấu, tạo bọt v.v...

Trong công nghiệp mạ thường dùng tác dụng nhũ hóa, tạo bọt, thẩm ướt để làm nhanh quá trình tẩy dầu vật mạ, nâng cao hiệu quả tẩy dầu. Ngoài ra chất hoạt động bề mặt còn có tác dụng hấp phụ, sắp xếp định hướng trên bề mặt tiếp xúc giữa dung dịch và kim loại, cải thiện tổ chức kết tinh của lớp mạ, nâng cao phân cực, vì thế nâng cao khả năng phân bố ăn sâu của dung dịch. Tác dụng thấm ướt của chúng có thể để phòng sự lưu lại bọt khí hydro, chống sinh ra chàm kim trên lớp mạ.

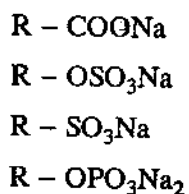
2. Phân loại chất hoạt động bề mặt

Căn cứ vào công dụng chất hoạt động bề mặt mà phân ra các loại: chất tạo bọt, chất nhũ hóa, chất thấm ướt, chất tẩy rửa.

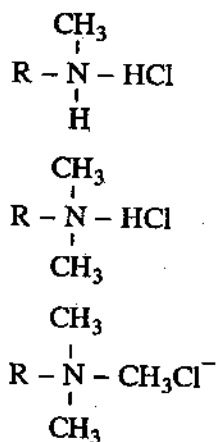
Căn cứ đặc điểm cấu tạo phân tử mà chia ra chất hoạt động bề mặt ion âm, chất hoạt động bề mặt ion dương, chất hoạt động bề mặt lưỡng tính, chất hoạt động bề mặt phi ion. Cụ thể như sau:

Chất hoạt
động bề mặt

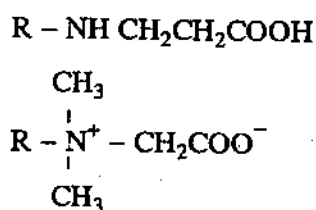
Chất hoạt
động bề mặt
ion âm



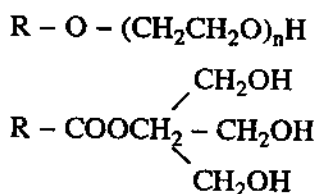
Chất hoạt
động bề mặt
ion dương



Chất hoạt
động bề mặt
lưỡng tính



Chất hoạt
động bề mặt
phi ion



Chương 2

CƠ CHẾ TẠO THÀNH LỚP MẠ VÀ KHẢ NĂNG PHÂN BỐ CỦA LỚP MẠ

A. CƠ CHẾ TẠO THÀNH LỚP MẠ

I – BẢN CHẤT, YÊU CẦU ĐỐI VỚI LỚP MẠ

Mạ điện là dùng phương pháp điện phân để kết tủa trên lớp kim loại hoặc hợp kim mỏng, để chống sự ăn mòn, trang sức bề mặt, tăng tính dẫn điện, tăng kích thước, tăng độ cứng bề mặt. Trong mạ điện, yếu tố quan trọng nhất không phải là tiết kiệm năng lượng, tăng hiệu suất, mà là vấn đề chất lượng mạ. Vì vậy phải tìm thành phần dung dịch, điều kiện điện phân, để đảm bảo lớp mạ có những tính chất sau.

1. Bám chắc vào kim loại nền, không bong.
2. Lớp mạ có kết tinh nhỏ mịn, độ xốp nhỏ.
3. Lớp mạ bóng, dẻo, độ cứng cao.
4. Lớp mạ có đủ độ dày nhất định.

Cấu tạo tinh thể giữ vai trò quyết định đến chất lượng lớp mạ. Tinh thể càng nhỏ mịn thì lớp mạ càng tốt.

II – QUÁ TRÌNH ĐIỆN KẾT TỦA KIM LOẠI

Quá trình điện kết tủa kim loại gồm hai giai đoạn: tạo mầm và phát triển mầm. Tốc độ phát triển mầm lớn thì tinh thể thô và to. Mỗi giai đoạn có một tốc độ nhất định và căn cứ vào điều kiện điện phân (như nhiệt độ, mật độ dòng điện, khuấy trộn, thành phần dung dịch v.v...) mà quyết định giai đoạn nào chiếm ưu thế.

Yêu cầu của lớp mạ là cấu tạo nhỏ mịn, sự kết hợp giữa các tinh thể chặt chẽ. Vì vậy phải dùng phương pháp làm tăng tốc độ hình thành mầm tinh thể. Nếu tốc độ hình thành mầm tinh thể càng cao thì trong một đơn vị thời gian kết tủa trên bề mặt càng nhiều, tốc độ tạo mầm lớn hơn tốc độ phát triển mầm. Muốn cho tốc độ tạo mầm lớn hơn tốc độ phát triển mầm phải tăng phân cực catốt. Phân cực catốt có ảnh hưởng rất lớn tới tính chất lớp mạ. Thành phần dung dịch, chế độ điện phân, chất phụ gia v.v... có ảnh hưởng rất lớn đến phân cực catốt.

Khi tinh thể kết tinh thì những hình thức tinh thể sắp xếp các tinh thể ấy như thế nào trong kết tủa cũng có ảnh hưởng quyết định đến tính chất lớp mạ. Nhiều trường hợp các tinh thể sinh ra bố trí một cách hỗn độn trong kết tủa. Nhưng trong điều kiện điện phân nhất định thì các tinh thể ấy sắp xếp theo một hướng và ở vị trí nhất định. Muốn định hướng càng cao thì cấu trúc tinh thể càng hoàn chỉnh và có ảnh hưởng rõ rệt đến độ bóng, độ giãn nở nhiệt của lớp mạ. Thay đổi điều kiện điện phân, nhất là thay đổi mật độ dòng điện sẽ làm thay đổi tốc độ phát triển của các hướng khác nhau, đưa đến sự thay đổi cấu trúc tinh thể định hướng. Tăng phân cực catốt, mức độ hoàn chỉnh của các tinh thể định hướng càng tăng. Sau đây xét đến các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình điện kết tủa kim loại.

III – ẢNH HƯỞNG CỦA CHẤT ĐIỆN GIẢI ĐẾN CẤU TRÚC LỚP MẠ

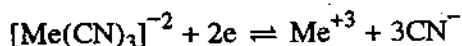
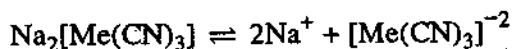
1. Ảnh hưởng của bản chất điện giải

(1) Trong dung dịch muối đơn, ion kim loại đều ở dạng cation tự do, nồng độ ion lớn. Vì vậy ở điều kiện bình thường, phân cực catốt bé, do đó được lớp mạ thô, sần sùi, dày mỏng không đều. Riêng nhóm sắt, coban, niken vì quá thế phóng điện lớn, nên ngay dung dịch muối đơn cũng có phân cực catốt lớn, lớp mạ mịn, đẹp.

(2) Trong dung dịch muối phức, ion kim loại mạ nằm trong muối phức, chúng phóng điện với phân cực catốt lớn, lớp mạ mịn, kín, đều đặn.

Dùng chất điện giải là muối phức xianua.

Thí dụ: $\text{Na}_2[\text{Me}(\text{CN})_3]$ sự phân ly của chúng như sau:



Trong đó Me là gốc kim loại.

Ngày nay, dùng muối phức không độc thay muối phức xianua như dung dịch diphosphat, amoniac, floborat v.v...

2. Ảnh hưởng của nồng độ ion chất điện giải

Nồng độ ion kim loại trong dung dịch có ảnh hưởng nhiều đến độ mịn của tinh thể. Muốn thu được lớp mạ tốt, cần phải bảo đảm nồng độ dung dịch thích hợp.

Nếu nồng độ dung dịch quá cao sẽ làm giảm phân cực catốt, lớp mạ kết tinh xấu, thô. Dung dịch tương đối loãng thì lớp mạ mịn, phân cực catốt tăng. Nhưng nếu dung dịch loãng quá thì mật độ dòng điện giới hạn bé, tốc độ kết tinh giảm, hiệu suất thấp, lớp mạ xấu, thô, có khi hình thành nhánh cây.

Ngoài ra, nồng độ dung dịch loãng quá, độ dẫn điện kém, điện thế cao, tốn nhiều năng lượng.

3. Ảnh hưởng của thành phần dung dịch điện giải

Trong số các dung dịch mạ, ngoài muối kim loại ra còn có thêm một số muối khác và các axit tương ứng, để đạt ba yêu cầu sau:

- Tăng độ dẫn điện của dung dịch.
- Làm cho tổ chức lớp mạ tốt.
- Không chế chế độ pH của dung dịch.

Để làm tăng độ dẫn điện, lớp mạ phân bố tốt, kết tinh nhỏ mịn thường cho vào dung dịch muối của kim loại kiềm. Thí dụ: trong dung dịch mạ niken cho muối natri sunphát. Để giữ độ pH ổn định (để phòng pH quá thấp hoặc quá cao) thường cho vào các chất đệm như nhôm sunphát, axit boric, axit axetic v.v...

4. Ảnh hưởng của chất hữu cơ

Các chất hữu cơ cho vào dung dịch mạ được dùng rộng rãi trong mạ. Các chất hữu cơ với hàm lượng nhỏ, nhưng chúng làm tăng phân cực catốt, thay đổi cấu trúc lớp mạ, cho nên thường được lớp mạ mịn, bóng. Chất hữu cơ chia làm ba loại: chất làm bóng, chất làm bằng, chất thấm ướt. Chất làm bóng có thể tạo nên lớp mạ bóng, chất làm bằng làm cho lớp mạ bằng phẳng, bổ khuyết chỗ lồi lõm của kim loại nền, đồng thời làm tăng độ bóng lớp mạ. Chất thấm ướt làm tăng tính thấm ướt bề mặt, để phòng sinh ra điểm rỗ và lỗ xộp. Các chất hữu cơ thường dùng là gielatin, thiourê, cumarin, 1 - 4 butidiol v.v...

Cơ chế tác dụng chất hữu cơ chưa được rõ. Đa số trường hợp những chất này làm tăng phân cực catốt, nhưng cũng có trường hợp ngược lại. Vì vậy tác dụng phân cực catốt không hoàn toàn giải thích được. Hiện nay có hai cách giải thích không giống nhau, một là sự phóng điện của keo phức kim loại, hai là sự tạo nên màng hấp phụ. Giải thích tạo màng lớp hấp phụ như sau: đầu tiên chất hữu cơ hấp phụ ở bộ phận hoạt hóa nhất của catốt (bộ phận bé nhất nhô ra), ngăn cản dòng điện đi qua, làm cho nó thụ động hóa, còn các bộ phận khác, mật độ dòng điện tăng lên, tạo điều kiện cho ion kim loại phóng điện, làm cho kích thước chỗ lồi được tăng lên, tạo bề mặt bằng phẳng.

Khi cho chất hữu cơ vào phải lựa chọn cẩn thận, nghiên cứu tỉ mỉ tác dụng của nó, nếu không sẽ gây ra hậu quả không tốt.

IV - ẢNH HƯỞNG CỦA CHẾ ĐỘ ĐIỆN PHÂN ĐẾN CẤU TRÚC LỚP MẠ

1. Ảnh hưởng của mật độ dòng điện

Mật độ dòng điện biểu thị tốc độ kết tủa trên catốt, mật độ dòng điện lớn thì kết tinh nhanh. Mật độ dòng điện ảnh hưởng đến cấu trúc lớp mạ: mật độ dòng điện nhỏ, mầm tinh thể sinh ra ít, lớp mạ thô, mật độ dòng điện tăng thì phân cực catốt tăng, lớp mạ mịn, kín.

Nhưng mật độ dòng điện quá cao thì sự phóng điện của ion ở lớp sắt catốt cao, khuếch tán không bù kịp, chỗ nhọn, lỗi hay ở biên vật mạ, mật độ dòng điện tập trung, thể tích lớn lên rất nhanh, hình thành nhánh cây; dễ bị bong ra, có khi tạo thành dạng kết tủa sần sùi trên toàn bộ bề mặt, rời ra như bột.

Tăng mật độ dòng điện có thể tăng năng suất thiết bị, nhưng không thể tăng tùy ý được. Đối với mỗi loại dung dịch chỉ có một khoảng mật độ dòng điện thích hợp, tương ứng với nồng độ ion kim loại mạ, pH của dung dịch, nhiệt độ và chế độ đối lưu của dung dịch. Nói chung, ở nhiệt độ cao, nồng độ dung dịch đặc, khuấy trộn mạnh có thể sử dụng được mật độ dòng điện cao.

2. Ảnh hưởng của nhiệt độ dung dịch

Nhiệt độ là nhân tố ảnh hưởng rất phức tạp, nhiệt độ cao có thể làm cho nhiều tính chất dung dịch thay đổi, như độ dẫn điện, hoạt độ ion, điện thế phóng điện ion, quá thế hydro v.v... Nói chung, nhiệt độ cao làm giảm sự phân cực catốt, làm cho lớp mạ thô.

Trong thực tế sản xuất thường nâng cao nhiệt độ, vì nhiệt độ làm tăng hòa tan của các loại muối, tăng độ dẫn điện, giảm sự thấm hydro, được lớp mạ mềm. Nâng cao nhiệt độ có thể nâng cao mật độ dòng điện, cho nên vẫn đảm bảo thu được lớp mạ kết tinh nhỏ, mịn, tăng năng suất mạ.

3. Khuấy

Khuấy dung dịch có tác dụng san bằng nồng độ giữa lớp sắt catốt và toàn bộ khối dung dịch. Vì vậy có thể mạ được dòng điện lớn, tốc độ tăng, hiệu suất dòng điện cao mà vẫn đảm bảo chất lượng lớp mạ tốt. Nhưng khi khuấy phải thường xuyên lọc, nếu không tạp chất sẽ kết tủa trên lớp mạ, tạo nhánh cây. Đối với dung dịch axit sử dụng cách khuấy cơ khí hoặc khuấy không khí ép được lọc sạch. Đối với dung dịch xianua, không khuấy bằng không khí ép. Vì oxy và khí cacbonic sinh ra phá hủy hợp chất xianua. Khuấy có thể dùng phương pháp di động âm cực, kết cấu đơn giản, sử dụng thuận tiện. Không khuấy bùn cặn nằm dưới đáy thùng.

V – ẢNH HƯỞNG CỦA TRẠNG THÁI BỀ MẶT KIM LOẠI NỀN ĐỐI VỚI TỔ CHỨC LỚP MẠ

Muốn đảm bảo tốt chất lượng lớp mạ cần phải làm cho bề mặt chi tiết sạch, bằng phẳng, bóng. Nếu như bề mặt của lớp oxy hóa có dầu, chất bẩn khác v.v... thì lớp mạ sẽ bong ra khỏi nền. Nếu bề mặt gia công thô thì không thể được lớp mạ mịn bóng.

Đối với một số kim loại dễ sinh ra lớp oxyt mỏng như crôm, nhôm v.v..., màng oxyt này sít vào nhau, nếu không qua xử lý đặc biệt thì mạ lên rất khó khăn.

Ngoài ra, điện thế kim loại nền âm hơn so với kim loại mạ sinh ra phản ứng trao đổi, lớp mạ thô, rời bám không chắc (thí dụ mạ đồng lên sắt thép trong dung dịch axit).

Trong một số trường hợp, lớp mạ kết tinh lại kết cấu giống như kim loại nền thì lớp mạ bám rất chắc vào nền (thí dụ mạ đồng hay mạ niken lên đồng thì lớp mạ bám chắc).

VI – ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC PHƯƠNG PHÁP CÔNG NGHỆ ĐẾN CẤU TRÚC LỚP MẠ

1. Thời gian đầu dùng mật độ dòng điện lớn

Khi mạ thời gian đầu tiên dùng mật độ dòng điện lớn hơn mật độ dòng điện quy định nhiều lần, sau đó mới dùng mật độ dòng điện bình thường. Sử dụng phương pháp này trong các trường hợp sau:

(1) *Khi mạ lên sắt thép*: Nếu sắt, thép có điện thế âm hơn kim loại mạ, để tránh gây ra phản ứng trao đổi, thời gian mạ đầu tiên dùng mật độ dòng điện lớn để sinh ra lớp mạ mịn.

(2) *Khi mạ crôm lên sắt thép và đặc biệt là gang*: trong 15 – 20 giây đầu dùng mật độ dòng điện lớn. Khi mạ crôm lên đồng và hợp kim đồng, để phòng sự ăn mòn đồng trong dung dịch crôm, lúc đầu cũng dùng mật độ dòng điện lớn. Khi mạ những chi tiết phức tạp có nhiều lõm sâu, mạ bình thường không được thì lúc đầu cũng dùng mật độ dòng điện lớn mới có thể mạ được.

2. Dùng dòng điện đổi cực

Hiện nay, trong sản xuất dùng nhiều phương pháp dòng điện đổi cực. Nội dung của phương pháp này là chi tiết cần mạ treo ở catốt, nhưng theo chu kì từng thời gian ngắn đổi thành anốt.

Dùng dòng điện đổi cực có thể được lớp mạ tốt là do khi vật mạ trong thời gian ngắn đổi thành anốt, lớp mạ có những chỗ nhọn, lỗi bị hòa tan. Do đó có thể được lớp mạ bóng bằng phẳng.

Nhưng khi dùng dòng điện đổi cực, hiệu suất dòng điện nhỏ hơn so với hiệu suất dòng điện không đổi cực, bởi vì lớp mạ trong thời gian ngắn trở thành anốt sẽ bị hòa tan.

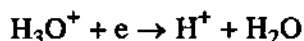
Dùng dòng điện đổi cực có thể nâng cao được mật độ dòng điện, nâng cao năng lực sản xuất và thu được lớp mạ tốt.

VII – ẢNH HƯỞNG CỦA QUÁ TRÌNH THOÁT HYDRÔ VÀ BIỆN PHÁP LÀM GIẢM SỰ THOÁT HYDRÔ

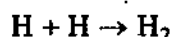
Trong dung dịch mạ thường tồn tại lượng nhất định ion H^+ , vì vậy đồng thời với sự kết tủa kim loại, thường có hydro thoát ra. Nếu như phân cực catốt lớn hoặc quá thế hydro nhỏ, thì hydro thoát ra càng mãnh liệt.

1. Quá trình thoát hydro

Trong dung dịch tồn tại H_3O^+ sẽ chuyển đến bề mặt catốt. Ion H_3O^+ sẽ bị khử trên catốt, tạo thành nguyên tử hydro hấp phụ trên bề mặt vật mạ.



Hai nguyên tử hydro sẽ tạo thành phân tử H_2 .



Hydro sẽ tạo bọt khí, dần dần lớn lên, thoát ra trên bề mặt lớp mạ.

2. Ảnh hưởng của sự thoát hydro

– *Giòn hydro*: sau khi ion H^+ khử trên catốt, một phần sẽ tạo thành khí H_2 bay lên, một phần nguyên tử hydro thấm vào kim loại nền và kim loại mạ làm cho kim loại bị giòn. Hiện tượng như vậy gọi là giòn hydro. Để làm giảm sự giòn hydro, sau khi mạ xong, phải sấy ở nhiệt độ cao.

– *Rộp bọt khí*: Sau khi mạ xong, khi nhiệt độ môi trường cao, hydro hấp phụ trên bề mặt kim loại nền nổi ra, sinh ra rộp bọt khí, ảnh hưởng tới chất lượng mạ. Hiện tượng này đặc biệt rõ rệt như lớp mạ kẽm, cadimi, chì v.v... Có khi bọt khí nhỏ này xuất hiện khi để lớp mạ trong thời gian dài.

– *Rỗ, chàm kim*: Bọt khí hydro bám trên bề mặt kim loại, tạo chỗ cách điện, làm cho ion kim loại không thể phóng điện chỗ bọt khí được, mà chỉ phóng điện ở xung quanh chỗ bọt khí. Như vậy sinh ra điểm rỗ trên lớp mạ. Nếu như bọt khí H_2 bám không chắc, định kỳ lưu lại và thoát đi, sẽ tạo chàm kim. Trong dung dịch thường cho chất thấm ướt để khắc phục sinh ra điểm rỗ, chàm kim. Ngoài ra, di động âm cực, định kỳ lọc dung dịch cũng là phương pháp để khắc phục hiện tượng này.

– *Làm giảm hiệu suất dòng điện*: Bọt khí H_2 sinh ra làm giảm hiệu suất dòng điện, như vậy phải kéo dài thời gian mạ, tăng sự tiêu hao điện năng. Ngoài ra bọt khí hydro bay ra nhiều, mang theo dung dịch dạng sương mù, ảnh hưởng đối với môi trường, phải có thiết bị hút độc tốt.

3. Biện pháp làm giảm sự thoát hydro

Nâng cao quá thế hydro là biện pháp tốt nhất để làm giảm bọt khí H_2 . Do đó trong quá trình sản xuất phải tìm biện pháp để nâng cao quá thế hydro. Những nhân tố ảnh hưởng đến quá thế hydro gồm:

(1) Vật liệu catốt

Vật liệu catốt khác nhau, quá thế không giống nhau. Những chi tiết mạ có nguyên liệu khác nhau trong điều kiện mạ như nhau, sự thoát H_2 trên bề mặt

không giống nhau. Thí dụ sự thoát H_2 trên chi tiết vật thép đúc nhiều hơn so với chi tiết là thép cacbon thấp, khi mạ kẽm. Đó là do quá thế H_2 thấp trên grafit. Do quá thế hydro trên kẽm lớn hơn trên sắt, cho nên khi mạ kẽm chi tiết bằng sắt để tránh sự thoát H_2 ra nhiều cần phải dùng biện pháp ban đầu dùng dòng điện lớn làm cho bề mặt chi tiết sắt, thép mạ lên một lớp kẽm. Qua nghiên cứu thấy rằng quá thế hydro trên titan, bạch kim, crôm v.v... thấp, quá thế hydro trên chì, thủy ngân, kẽm, cacđimin, thiếc v.v... tương đối lớn quá thế H_2 trên sắt, coban, niken, đồng, bạc v.v... nằm giữa hai loại này.

(2) Trạng thái bề mặt

Nếu như bề mặt phun cát thô, quá thế hydro thấp, dễ thoát H_2 , bề mặt chi tiết mài đánh bóng tốt, quá thế hydro cao, khó thoát hydro. Những chi tiết khi tẩy axit bị ăn mòn, quá thế hydro giảm, làm cho bọt khí hydro thoát ra nhiều, trong sản xuất cần tránh xảy ra.

(3) Dung dịch mạ

Hàm lượng và tính chất tạo phức của dung dịch có ảnh hưởng đến sự thoát H_2 . Nói chung khi dùng chất tạo phức càng mạnh thì sự thoát H_2 càng nhiều.

Chất phụ gia có ảnh hưởng khác nhau: các loại làm giảm quá thế hydro, có loại làm tăng quá thế hydro. Chất làm tăng quá thế hydro được gọi là chất ngăn chặn hydro, hiện nay chưa nghiên cứu đầy đủ về chất này.

Giá trị pH có ảnh hưởng rõ rệt đến quá thế hydro. Trong dung dịch axit, quá thế hydro tăng lên khi tăng giá trị của pH. Trong dung dịch kiềm thì xảy ra ngược lại. Vì vậy trong dung dịch mạ kiềm yếu, axit yếu, không chế pH của dung dịch là việc rất quan trọng.

Ngoài ra nâng cao nhiệt độ, khuấy dung dịch làm cho quá thế hydro giảm đi.

B. KHẢ NĂNG PHÂN BỐ CỦA LỚP MẠ

I - KHÁI NIỆM

Muốn được lớp mạ tốt thì độ dày lớp mạ ở mọi vị trí phải đồng đều nhau. Thực tế chiều dày lớp mạ trên toàn bộ bề mặt, không phải chỗ nào cũng đều nhau. Thí dụ: mạ một mặt phẳng thì lớp mạ ở trên dày hơn ở giữa, những chi tiết phức tạp thì lớp mạ chỗ lồi dày hơn chỗ lõm v.v... Nguyên nhân là do mật độ dòng điện phân bố ở các vị trí không đều nhau.

Khả năng phân bố tốt là khả năng làm cho độ dày lớp mạ ở các vị trí đều nhau.

II – CÁC PHƯƠNG PHÁP LÀM CHO LỚP MẠ PHÂN BỐ TỐT

1. Những nhân tố ảnh hưởng đến khả năng phân bố

Nhân tố chủ yếu ảnh hưởng đến khả năng phân bố bao gồm: nhân tố hình học và nhân tố điện hóa.

(1) Ảnh hưởng của nhân tố hình học

Nhân tố hình học, bao gồm hình dạng của thùng, hình dạng anốt, hình dạng chi tiết, vị trí giữa anốt và catốt v.v... Những nhân tố hình học này làm cho sự phân bố dòng điện ở các vị trí không giống nhau.

(2) Ảnh hưởng của nhân tố điện hóa

– Tác dụng sự phân cực: nâng cao phân cực catốt thì nâng cao khả năng phân bố lớp mạ.

– Tác dụng của mật độ dòng điện: nâng cao mật độ dòng điện thì nâng cao phân cực catốt làm cho khả năng phân bố tốt.

– Tác dụng của độ dẫn điện dung dịch: Khi nâng cao độ dẫn điện của dung dịch mà không làm giảm nhiều phân cực catốt cũng làm cho khả năng phân bố tốt.

2. Các phương pháp làm tăng khả năng phân bố

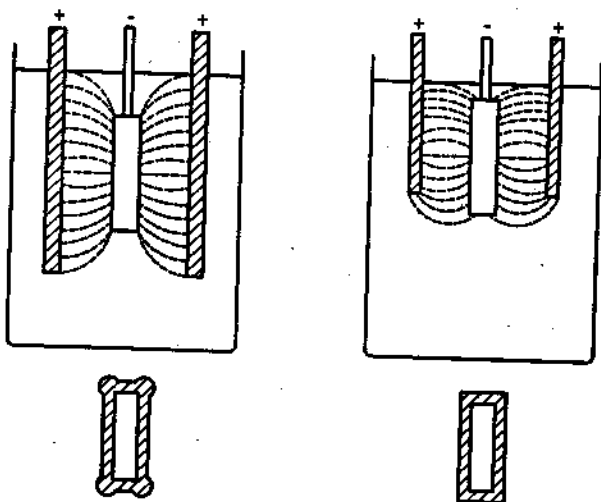
Dùng những dung dịch có khả năng phân bố tốt hoặc cho muối dẫn điện vào trong dung dịch. Thí dụ dung dịch xianua, piro phốt phát v.v... thường có khả năng phân bố tốt, bởi vì những dung dịch này thường có phân cực catốt lớn.

Nếu dung dịch không có khả năng phân bố tốt thì dùng các phương pháp sau đây:

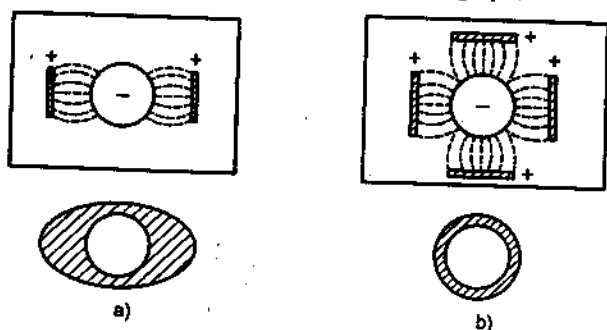
– Thời gian ngắn đầu tiên dùng mật độ dòng điện lớn (gấp 2 – 3 lần mật độ dòng điện bình thường) làm cho các vị trí bề mặt chi tiết được hoạt hóa, nâng cao khả năng phân bố:

– Tăng khoảng cách giữa anốt và catốt. Bố trí hợp lý giữa anốt và catốt để dòng điện phân bố đều trên lớp mạ (hình 2.1). Dùng anốt có hình dáng phức tạp, gần giống với catốt để cải thiện khả năng phân bố.

Thí dụ: mạ một hình trụ tròn bố trí anốt như hình 2.2b sẽ được lớp mạ đồng đều, vị trí anốt như hình 2.2a thì lớp mạ không đồng đều.



Hình 2.1. Ảnh hưởng khả năng phân bố lớp crôm của vị trí chi tiết đối với độ sâu anốt và bề mặt dung dịch.

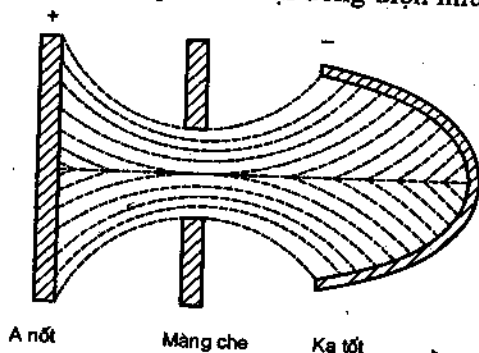


Hình 2.2

Dùng catốt phụ để tránh dòng điện ở đầu nhọn hoặc biên vật mạ.

Dùng vật không dẫn điện như chất dẻo thủy tinh v.v... để che chỗ không cần mạ dày hoặc để cho lớp mạ đồng đều.

Thí dụ: Dùng màng che để phân bố lại dòng điện như hình 2.3.



Hình 2.3. Dùng màng che để nâng cao khả năng phân bố lớp mạ.

PHẦN THỨ HAI

GIA CÔNG BỀ MẶT TRƯỚC KHI MẠ

Chương 3

MÀI BÓNG VÀ ĐÁNH BÓNG

I - KHÁI NIỆM

Mài bóng là quá trình gia công bề mặt chi tiết bằng phớt mài bóng (hoặc dây đai). Mùi bóng có thể loại bỏ khỏi bề mặt chi tiết lớp oxy hóa, lớp gỉ, vết xước, vết hàn, bavaria v.v... làm bằng phẳng chi tiết. Ngoài những chi tiết yêu cầu chất lượng không cao, có thể mài bóng một lần, thông thường phải mài bóng nhiều lần bằng những hạt mài có kích thước nhỏ dần. Chất lượng mài bóng quyết định bởi độ hạt mài, nguyên liệu hạt mài, tính chất của phớt mài và tốc độ mài. Cho thêm chất bôi trơn (như thuốc đánh bóng) trên phớt mài bóng có thể mài tinh. Độ thô bề mặt (R_a) của chi tiết sau khi mài bóng có thể đạt đến 94 μm .

Đánh bóng là quá trình gia công bề mặt chi tiết bằng phớt đánh bóng có thuốc đánh bóng. Đánh bóng tiến hành trên bề mặt tương đối bằng phẳng, làm giảm độ nhám bề mặt, được bề mặt nhẵn bóng.

Khi đánh bóng, kim loại nền ít bị tiêu hao, đánh bóng sau khi mạ, tiêu hao kim loại bằng 5% - 20% độ dày lớp mạ.

Căn cứ vào nguyên liệu khác nhau mà chọn tốc độ mài bóng và đánh bóng thích hợp (xem bảng 3.1).

Khi đường kính, phớt mài, phớt đánh bóng và tốc độ quay khác nhau, tốc độ dài của phớt mài, phớt đánh bóng xem bảng 3.2.

Bảng 3.1. Tốc độ dài phớt mài, phớt đánh bóng thích hợp với các nguyên liệu khác nhau

Nguyên liệu mài	Tốc độ dài thích hợp (m/s)	
	Mài bóng	Đánh bóng
Sắt thép: Chi tiết hình dáng phức tạp Chi tiết hình dáng đơn giản	18 - 30	20 - 25
	18 - 30	30 - 35
Thép đúc, niken, crôm	18 - 30	30 - 35
Đồng và hợp kim đồng, bạc	14 - 18	20 - 30
Nhôm, chì, kẽm, thiếc và hợp kim	10 - 14	18 - 25
Chất dẻo	10 - 15	10 - 15

Bảng 3.2. Quan hệ giữa tốc độ quay với tốc độ dài khi đường kính phốt khác nhau

<div>Tốc độ dài (m/s) Tốc độ quay (vòng/phút)</div> <div>Đường kính phốt (mm)</div>	100	200	300	400	500	600	700	800
800	4,2	8,4	12,6	16,7	20,9	25,1	29,3	33,5
1000	5,2	10,4	15,7	20,9	26,2	31,4	36,6	41,9
1200	6,3	12,6	18,8	25,1	31,4	37,7	44,0	50,3
1400	7,3	14,7	22,0	29,3	36,6	44,0	51,3	58,6
1600	8,4	16,8	25,1	33,5	41,9	50,3	58,6	67,0
1800	9,4	18,8	28,3	37,7	47,1	56,5	65,9	75,4
2000	10,4	20,9	31,4	41,9	52,3	62,8	73,3	83,8
2200	11,5	23,0	34,5	46,1	57,6	69,1	80,6	92,2
2400	12,6	25,1	37,7	50,2	62,8	75,4	87,9	100,5
2600	13,6	27,2	40,8	54,4	68,0	81,7	95,2	108,9
2800	14,7	29,3	44,0	58,6	73,3	88,0	102,6	117,3
3000	15,7	31,4	47,1	62,8	78,5	94,2	109,9	125,7

II – MÀI BÓNG

Kích thước hạt mài, khi phân bố trên mặt phẳng nhất định có quan hệ với tính chất phốt (bao gồm nguyên liệu và cách khâu) và hiệu quả đánh bóng. Khi hạt mài to, bề mặt kim loại có lượng cắt gọt lớn dùng phốt cứng, bề mặt kim loại màu và lượng cắt gọt nhỏ dùng phốt mềm, phốt vải có tính mềm tốt nhất.

1. Hạt mài

Chọn hạt mài căn cứ vào vật liệu gia công khác nhau và chất lượng gia công bề mặt, số có ký hiệu từ 1 đến 3 được sử dụng nhiều. Hạt mài thường dùng xem bảng 3.3.

Bảng 3.3. Hạt mài thường dùng

Ký hiệu	Tên	Thành phần chủ yếu	Độ cứng	Tính dẻo	Hình dạng kết cấu	Độ hạt (mm)	Bề ngoài	Công dụng
1	Carborun nhân tạo	SiC	9,2	giòn, dễ vỡ	Sắc	0,750 ~ 0,013	Màu đen bóng	Dùng để mài bóng kim loại có cường độ thấp (đồng, nhôm, thép, thép không gỉ, thép carbon, thép có cường độ cao)

Ký hiệu	Tên	Thành phần chủ yếu	Độ cứng	Tính dẻo	Hình dạng kết cấu	Độ hạt (mm)	Bề ngoài	Công dụng
2	Corun nhân tạo	Al_2O_3	9,0	dẻo	tròn	0,750 ~ 0,050	Màu trắng hoặc tro	Dùng để mài bóng thép có cường độ cao có tính dẻo nhất định (như thép tôi, thép đúc rèn...)
3	Carborun đun	Al_2O_3 Fe_2O_3	7-8	dẻo	trụ tròn	0,750~ 0,065	Màu đỏ đen	Mài bóng kim loại
4	Cát thạch anh	SiO_2	7	dẻo	tròn	0,750~ 0,013	Màu trắng hoặc vàng	Mài bóng, đánh bóng hoặc phun cát, quay bóng

Độ hạt của hạt mài xem bảng 3.4.

Bảng 3.4. Chọn hạt mài khi mài bóng

Phân loại	Độ hạt (mm)	Công dụng
Mài thô	1,700 – 0,850	Lượng cát gọt lớn, loại bỏ lớp mạ, lớp gỉ dày v.v...
	0,750 – 0,425	Lượng cát gọt, loại bỏ lớp oxit, rỉ, bavia bề mặt mài thô
Mài trung bình	0,300 – 0,191	Lượng cát gọt trung bình, loại bỏ vết mài sau khi mài thô
	0,150 – 0,101	Lượng cát gọt nhỏ, chuẩn bị mài tinh
Mài tinh	0,090 – 0,063	Lượng cát gọt nhỏ, bề mặt tương đối bóng
	0,050 – 0,025 *	Lượng cát gọt nhỏ, bề mặt bóng như gương

2. Phốt mài

Phốt mài được làm bằng vải bông, giấy đặc biệt, vải, nilông hoặc da v.v... Các miếng mài được cắt thành hình tròn xếp lại, được ép dính hoặc khâu, bao bên ngoài lớp da. Dựa vào nguyên liệu làm phốt khác nhau mà phân thành hai loại phốt cứng và phốt mềm. Mài bóng những chi tiết đơn giản, nguyên liệu cứng dùng phốt cứng, mài bóng những chi tiết phức tạp, nguyên liệu mềm dùng phốt mềm.

Khi mài bóng phải nắm vững cách pha chế keo và thao tác gắn cát. Nồng độ của keo phụ thuộc vào từng loại cát, mức độ hạt càng lớn thì nồng độ keo càng cao, độ hạt càng nhỏ thì keo càng loãng.

Thí dụ: gắn cát có độ hạt 0,795 – 0,495 mm thì sử dụng keo có nồng độ 50%, gắn cát có độ hạt 0,086 – 0,050 mm thì sử dụng keo có nồng độ 23 – 30%.

Keo có nhiều loại như: keo thủy tinh, keo da trâu. Keo thủy tinh có tỷ trọng 1,4 – 1,45 có thể thao tác ở nhiệt độ thường. Khi pha chế keo da trâu, đem lượng keo cần thiết ngâm vào trong nước lạnh cho nở ra, sau đó gia nhiệt cách thủy (không được gia nhiệt trực tiếp).

Quy trình thao tác khi gắn cát như sau:

- Gia nhiệt keo (nếu là keo da trâu) và sấy phốt ở nhiệt độ khoảng $60 - 80^{\circ}\text{C}$.
- Quét lên mặt phốt lớp keo thứ nhất, sau khi khô xong quét lớp thứ hai và tiến hành lăn cát, cần phải lăn chặt và đều.
- Sấy ở nhiệt độ 60°C , cũng có thể sấy ở nhiệt độ thường trong 24 giờ.

3. Mài bóng bằng dây đai

(1) Cấu tạo và đặc điểm

Mài bóng bằng dây đai được tiến hành bằng phốt tiếp xúc, chuyển động nhờ bánh khởi động lắp trên trục động cơ, dây đai có độ căng nhất định. Cấu tạo của nó xem hình 3.1.

Dây đai gồm 3 bộ phận: lõi, chất kết dính, hạt mài. Lõi được làm vải, giấy, có từ 1 ~ 3 lớp. Chất kết dính là nhựa tổng hợp, keo xương hoặc keo da. Chọn hạt mài tùy theo yêu cầu kỹ thuật.

So với mài bóng bằng phốt, mài bóng bằng dây đai có những ưu điểm sau:

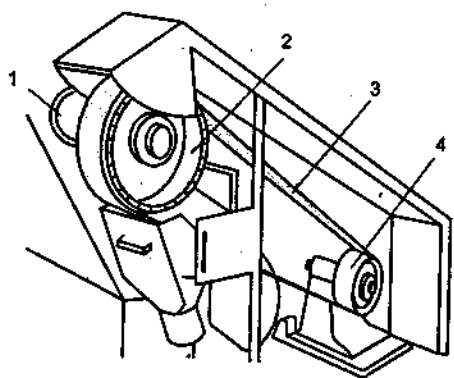
a) Diện tích cắt gọt lớn, tuổi thọ bền, thao tác thủ công, nhanh, chi tiết ít biến dạng.

b) Dùng phốt tiếp xúc khác nhau có thể điều chỉnh độ căng, lỏng dây đai dễ, tiến hành mài bóng những chi tiết khác nhau.

c) Dùng phốt tiếp xúc mềm có thể mài bóng những chi tiết phức tạp.

d) Dây đai gắn những hạt mài bằng nhựa tổng hợp có thể mài ướt.

Mài bóng bằng dây đai được sử dụng tương đối rộng rãi ở nước ngoài.



Hình 3.1. Cấu tạo máy đánh bóng bằng dây đai

1. Nguồn điện; 2. Phốt tiếp xúc; 3. Dây đai; 4. Bánh truyền chuyển động.

(2) Phốt tiếp xúc

Do công dụng khác nhau, sử dụng các loại phốt tiếp xúc khác nhau, được chế tạo bởi các nguyên liệu khác nhau. Phốt tiếp xúc được chế tạo bằng thép,

cao su, vải bạt hoặc chất dẻo v.v... Phốt tiếp xúc càng cứng, lượng cát gọt càng lớn, bề mặt càng thô, tiêu hao hạt mài càng nhanh.

Căn cứ vào nguyên liệu, hình dáng và trạng thái bề mặt của chi tiết mà chọn phốt tiếp xúc thích hợp, phải chú ý điều chỉnh lực căng của dây đai. Phốt tiếp xúc cứng, căng dây đai chặt, phốt mềm, căng dây đai lỏng, nếu không sẽ làm mất đi tác dụng làm mềm của phốt.

(3) Chú ý khi sử dụng

a) Dây đai để ở nơi mát mẻ, nếu để gần nguồn nhiệt, dây đai giòn.

b) Dây đai dính kết nhựa tổng hợp, nếu khô quá có thể ngâm trong nước 10 – 20 phút, sau đó để khô tự nhiên. Không để khô ở trạng thái chịu lực, nếu không dây đai bị kéo dài và đứt.

c) Dây đai dính kết keo xương hoặc keo da, không được để ẩm ướt, nếu không sẽ làm bong hạt mài.

d) Dây đai dính kết nhựa tổng hợp bị dầu mỡ làm bẩn, có thể tẩy đi bằng tri cloetylen.

e) Chất bẩn trên dây đai được làm sạch bằng chổi lông khi đang chuyển động.

4. Chất bôi trơn

Chất bôi trơn trên dây đai có thể kéo dài thời gian sử dụng, ngăn cản dính kết giữa kim loại mềm và hạt mài, giảm độ thô bề mặt chi tiết. Chọn chất bôi trơn căn cứ vào nguyên liệu kim loại đánh bóng và độ thô bề mặt.

Chất bôi trơn trên dây đai gồm có dầu động vật, stearin và sáp, điểm nóng chảy cao, cũng có thể thay thế bằng thuốc đánh bóng.

Chất bôi trơn có hai loại: độ nhớt thấp và độ nhớt cao. Chất bôi trơn độ nhớt thấp để loại trừ dính kết kim loại nên bị mài bóng với hạt mài, làm cho lớp mài bị bong khỏi dây đai, chất bôi trơn độ nhớt cao làm giảm độ thô bề mặt và tác dụng tản nhiệt.

Khi dùng chất bôi trơn phải cho ít, cho nhiều lần, không dùng chất bôi trơn có điểm sôi thấp, để phòng bắt lửa.

III – ĐÁNH BÓNG

Đánh bóng bao gồm công đoạn đánh bóng thô, đánh bóng trung bình, đánh bóng tinh. Đánh bóng thô dùng phốt cứng đánh bóng bề mặt đã qua mài bóng hoặc chưa mài bóng, có tác dụng mài cắt nhất định với kim loại nền, loại bỏ vết mài thô. Đánh bóng trung bình dùng phốt tương đối cứng đánh bóng bề mặt đã qua đánh bóng thô; loại bỏ vết khi đánh bóng thô, bề mặt tương đối bóng. Đánh bóng tinh là công nghệ sau cùng khi đánh bóng, dùng phốt mềm, bề mặt bóng như gương.

1. Phốt đánh bóng

Phốt đánh bóng được làm từ vải bạt, vải bông, vải mộc v.v... Phốt có nhiều loại khác nhau:

(1) **Phốt khâu:** phốt làm từ vải, phốt khâu theo dạng đồng tâm hoặc đường xoắn ốc từ tâm phốt ra. Muốn có phốt cứng các đường khâu cách nhau 5 – 10mm, phốt mềm hơn đường khâu cách nhau 15 – 20 mm. Những phốt này dùng để đánh bóng thô.

(2) **Phốt không khâu:** Phốt chỉ khâu ở giữa trung tâm, là loại phốt mềm, dùng để đánh bóng tinh.

(3) **Phốt gấp:** Phốt tạo thành bởi tấm vải tròn, gấp hai hoặc gấp ba thành dạng túi, sau đó gấp ép lẫn nhau. Phốt có thể giữ thuốc đánh bóng tinh dần hồi tốt.

(4) **Phốt nhẵn:** Phốt tạo thành do cuộn vải thành góc 45° , khâu liên tục, ép dẹt thành cuộn những cuộn này bao quanh vòng tròn có rãnh, thành dạng nhẵn. Trung tâm phốt có tấm giấy cứng, có thể lắp với trục máy. Phốt này có tính tản nhiệt tốt, có thể đánh bóng những chi tiết lớn tốc độ cao.

2. Thuốc đánh bóng

(1) Cao đánh bóng

Cao đánh bóng gồm có vật liệu mài và chất kết dính (thí dụ như stearic, parafin v.v...), có bán ở thị trường. Đặc điểm và công dụng của chúng xem bảng 3.5.

Bảng 3.5. Phân loại, đặc điểm và công dụng cao đánh bóng

Phân loại	Đặc điểm	Công dụng
Cao đánh bóng trắng	Thành phần gồm có CaO, MgO và chất kết dính, hạt nhỏ, không sắc, dễ lâu bị biến chất.	Đánh bóng kim loại mềm (nhôm, đồng v.v...), chất dẻo, đánh bóng tinh
Cao đánh bóng đỏ	Thành phần gồm có Fe_2O_3 , Al_2O_3 và chất kết dính, độ cứng trung bình	Đánh bóng sắt thép, đánh bóng thô nhôm, đồng v.v...
Cao đánh bóng xanh	Thành phần gồm có Cr_2O_3 , Al_2O_3 và chất kết dính, lực cắt gọt lớn	Đánh bóng thép hợp kim, mạ crôm, thép không gỉ.

(2) Dung dịch đánh bóng

Dung dịch đánh bóng giống như cao đánh bóng nhưng ở dạng dung dịch hoặc nhũ tương (khó cháy), dùng để thay thế cao đánh bóng.

Dung dịch đánh bóng được phun vào phốt đánh bóng qua hệ thống thùng nguyên liệu tăng áp hoặc bơm đi vào vòi phun. Độ lớn áp suất thùng nguyên

liệu, hoặc công suất bơm phụ thuộc vào độ nhớt, lượng cung cấp v.v... của dung dịch đánh bóng.

Do dung dịch đánh bóng được cung cấp liên tục, vì thế làm giảm sự mài mòn phốt. Bề mặt chi tiết không dính nhiều thuốc đánh bóng, có thể nâng cao năng suất lao động.

IV – MÀI BÓNG VÀ ĐÁNH BÓNG CHẤT DẸO

Bề mặt chất dẻo nói chung tương đối nhẵn bóng, không cần phải mài bóng, đánh bóng. Những chi tiết yêu cầu chất lượng cao hoặc cần loại bỏ bavaria, ảnh hưởng mỹ quan mới cần đánh bóng. Khi thao tác cần chú ý chất dẻo có độ cứng thấp, chịu nhiệt kém v.v..., lực gia công nhỏ, tốc độ thấp.

Khi loại bỏ bavaria tiến hành mài bóng bằng dây đai hạt mài là SiC. Hạt SiC tuân tự nhỏ dần. Khi dùng phốt mài bóng tốc độ phải thấp.

Khi đánh bóng dùng cao đánh bóng trắng hoặc dung dịch đánh bóng có hạt nhỏ, mềm. Khi đánh bóng dùng lực nhỏ, tốc độ thấp (10 – 15 m/giây), để phòng quá nhiệt.

Chương 4

ĐÁNH BÓNG HÀNG LOẠT

I – KHÁI NIỆM

Đánh bóng hàng loạt là quá trình gia công bề mặt trong thùng chuyên dụng có chứa các chi tiết gia công với hạt mài, nước, chất hóa học. Nó có thể tẩy dầu, tẩy gỉ, loại bỏ vết đen, bavaria của chi tiết, làm giảm độ thô bề mặt v.v...

Đặc điểm chủ yếu của đánh bóng hàng loạt là gia công số lượng lớn, tiết kiệm nhân công, chất lượng ổn định, giá thành thấp, có thể đánh bóng kim loại và phi kim loại có hình dạng khác nhau.

Đánh bóng hàng loạt bao gồm quay bóng, đánh bóng rung, đánh bóng quay, đánh bóng mâm ly tâm, đánh bóng ly tâm v.v... ưu khuyết điểm của các phương pháp gia công này xem bảng 4.1. Ngoài ra còn có nhiều phương pháp gia công khác, nhưng ít sử dụng.

Bảng 4.1. So sánh các phương pháp đánh bóng hàng loạt khác nhau

Phương pháp đánh bóng		Ưu điểm	Khuyết điểm
Đánh bóng thông thường	Quay bóng	Giá thành thấp, thiết bị đơn giản dễ sửa chữa	Tốc độ chậm, kích thước chi tiết hạn chế, không kiểm tra chi tiết trong quá trình gia công.
	Đánh bóng rung dạng ống	Tốc độ gia công nhanh, kích thước chi tiết không hạn chế, có thể kiểm tra chi tiết trong quá trình gia công.	Tốc độ chậm hơn so với đánh bóng tốc độ cao
	Đánh bóng rung dạng bát	Tốc độ gia công trung bình, bề mặt sạch bóng đẹp hơn so với đánh bóng rung dạng ống; có thể kiểm tra chi tiết trong quá trình gia công.	Tốc độ chậm hơn so với đánh bóng rung dạng ống, kích thước chi tiết bị hạn chế
Đánh bóng tốc độ cao	Đánh bóng quay ly tâm	Tốc độ nhanh, sự va chạm giữa các chi tiết nhỏ, có thể gia công chi tiết giòn, chính xác.	Gia công chi tiết nhỏ, giá thành thiết bị cao, không kiểm tra chi tiết trong quá trình gia công
	Đánh bóng mâm ly tâm	Tốc độ cao, có thể kiểm tra chi tiết trong quá trình gia công	Giá thành thiết bị cao, kích thước chi tiết hạn chế
	Đánh bóng quay	Tốc độ rất nhanh, chi tiết không bị va chạm	Kích thước chi tiết và hình dáng chi tiết bị hạn chế. Số lượng chi tiết có hạn, giá thành sản phẩm cao.

II – HỖN HỢP MÀI

Đánh bóng hàng loạt thường gia công ướt. Hỗn hợp mài bao gồm: hạt mài, chất hóa học và nước. Khi gia công khô chỉ dùng một loại hạt mài.

1. Hạt mài

Hạt mài có 5 loại như sau:

(1) *Hạt mài thiên nhiên*: Hạt mài thiên nhiên được dùng nhiều nhất là cacborundun (hỗn hợp các oxyt của Al, Fe, Si, Ti...), độ cứng cao, độ cắt gọt lớn. Ngoài ra còn có những hạt mài thiên nhiên khác như: đá, vôi, cát v.v... Những loại này dễ vỡ, thời gian sử dụng ngắn, dễ bị lỗ, sử dụng không nhiều.

(2) *Hạt mài nung kết*: Thành phần chủ yếu gồm có Al_2O_3 và SiC, độ cắt gọt tốt hơn so với hạt mài thiên nhiên, có độ bóng cao.

(3) *Hạt mài tạo hình*: Hạt mài có hai loại: một loại là hạt mài sứ tạo hình nung kết, loại khác là hạt mài nhựa tạo hình. Hình dạng của chúng là hình tròn, hình tam giác, hình trụ tròn, hình nón v.v... Mỗi dạng hạt mài có nhiều quy cách to nhỏ khác nhau. So với hạt mài nung kết, hạt mài dính kết có độ nóng thấp, chịu mài mòn kém, nhưng có bề mặt bằng phẳng, lượng mài mòn góc cạnh ít.

(4) *Hạt mài thép*: Hạt mài là những bi thép hoặc sản phẩm tạo hình, khó vỡ, chất lượng độ bóng cao.

(5) *Hạt mài động, thực vật*: Hạt mài là bi gỗ hoặc sản phẩm tạo hình, vụn vãi, vụn da v.v... có thể mài khô hoặc mài ướt. Công đoạn này là giai đoạn cuối cùng khi đã qua giai đoạn đánh bóng, cũng có thể phối hợp hạt mài với các giai đoạn trước.

2. Chất hóa học

Chất hóa học là những chất trung tính, axit yếu hoặc kiềm yếu. Khi đánh bóng ướt, những chất hóa học này có tác dụng như sau:

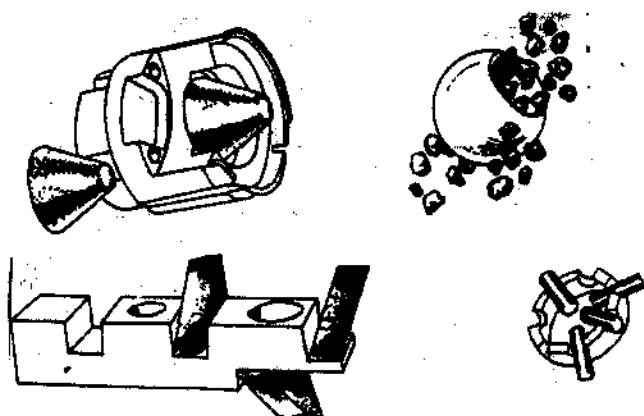
- Làm sạch bề mặt hạt mài và chi tiết.
- Làm trơn bề mặt hạt mài và chi tiết, hạt mài không dính kết.
- Khi chất hóa học có tác dụng thụ động hóa, chi tiết và hạt mài không bị gỉ.

3. Chọn hỗn hợp mài

(1) Chọn hạt mài

Do nguyên liệu, hình dáng và chất lượng độ bóng của sản phẩm mà chọn kích thước, hình dáng và loại hạt mài. Có thể chọn tùy ý bởi vì hạt mài tạo hình có hình dáng và quy cách khác nhau. Xem hình vẽ 4 – 1 ta thấy tầm quan trọng của việc lựa chọn hạt mài thích hợp căn cứ vào hình dáng chi tiết gia công đảm bảo độ bóng và rút ngắn thời gian. Những chi tiết là kim loại

dùng hạt mài cứng, chi tiết chất dẻo dùng hỗn hợp hạt mài cứng và hạt mài động thực vật. Những chi tiết yêu cầu chất lượng cao dùng hạt mài tròn bóng. Những chi tiết có hình dáng phức tạp dùng một số loại hỗn hợp mài kích thước khác nhau. Những chi tiết có lỗ, không dùng hạt mài có kích thước gần với lỗ, để phòng bị kẹt lỗ.



Hình 4.1. Chọn hạt mài theo ngoại hình chi tiết

Bảng 4.2. Chọn tỷ lệ hạt mài: chi tiết khi đánh bóng rung và quay bóng.

Nhân tố	Tỷ lệ		
	1	2	3
Nguyên liệu	Sắt	Đồng, kẽm	Nhôm
Hình dáng	Giản đơn	Tương đối phức tạp	Phức tạp
Yêu cầu độ bóng	Vết dao, bavaria	Tẩy lớp oxy hóa cùng góc	Bóng
Yêu cầu sử dụng chi tiết	Trang sức	Kết cấu	Chịu lực
Yêu cầu chủng loại mạ	Bảo vệ	Mạ lắp ráp	Trang sức
Trọng lượng chi tiết (g)	30 – 120	30 – 240	> 240

Tỷ lệ hạt mài: chi tiết (theo thể tích) có tác dụng quan trọng đến chất lượng bề mặt và năng suất lao động. Nếu tỉ lệ thấp, chất lượng đánh bóng bề mặt không tốt, nếu tỉ lệ cao, năng suất thấp. Xem bảng 4.2 tìm được tỉ lệ đơn của các nhân tố như nguyên liệu, hình dáng v.v..., sau đó cộng vào được tỷ lệ hạt mài/ chi tiết theo yêu cầu. Thí dụ: chi tiết bằng thép, hình dáng tương đối phức

tạp, độ bóng bề mặt cao, mạ lấp ráp, trọng lượng chi tiết 50g, tra bảng 4.2 được: $1 + 2 + 2 + 3 + 2 + 1 = 11$, có nghĩa tỷ lệ thể tích của hạt mài với chi tiết là 11, nếu có khó khăn thì tăng tỷ lệ này.

Đối với các phương pháp đánh bóng khác cũng chọn tham khảo bảng 4.2.

(2) Chọn chất hóa học

Chọn chất hóa học không cần chặt chẽ. Những chi tiết sắt thép có gỉ dùng H_2SO_4 20 ml/l và chất hoạt động bề mặt thích hợp. Những chi tiết bằng đồng và hợp kim đồng có gỉ thì dùng dung dịch H_2SO_4 10 ml/l, KNO_3 hoặc $NaNO_3$ có hàm lượng 1 - 3g/l cùng với chất hoạt động bề mặt thích hợp. Những chi tiết sắt thép, đồng và hợp kim đồng khác thì dùng dung dịch trung tính hoặc kiềm yếu có chất hoạt động bề mặt thích hợp.

Những chi tiết hợp kim kẽm đúc dùng dung dịch axit yếu $NaHSO_4$ [10 ÷ 40 g/l, $Na_2Cr_2O_7$ 8 ÷ 15 g/l, pH = 1 ÷ 1,6].

Lượng cho chất hóa học vừa ngập chi tiết và hạt mài làm tiêu chuẩn.

III – QUAY BÓNG

1. Khái niệm

Quay bóng là quá trình đánh bóng trong thùng quay với tốc độ thấp, có hỗn hợp mài và chi tiết, do sự chuyển động tương đối của chi tiết và hạt mài. Khi quay bóng, mức độ cắt gọt các bộ phận của chi tiết không giống nhau, theo thứ tự là: cùn góc nhọn – cùn biên – bề mặt ngoài – bề mặt trong. Những chi tiết có lỗ nhỏ và sâu rất khó đánh bóng. Giá thành thiết bị quay bóng thấp, thời gian quay bóng dài, dùng chủ yếu cho những chi tiết nhỏ.

2. Các loại thùng quay

(1) Thùng quay hở dạng nghiêng

Thùng quay có nhiều cạnh, năng lực cắt gọt thấp, dùng để quay bóng nhẹ. Có khi cho mùn cưa hoặc chất hút nước quay cùng với chi tiết, có tác dụng làm khô.

(2) Thùng quay kín nằm ngang

Thùng quay có 6 cạnh hoặc 8 cạnh. Cho chi tiết và hỗn hợp mài vào, đậy nắp kín, tiến hành quay bóng. Thùng quay loại này được dùng rộng rãi.

(3) Thùng quay ngập nằm ngang

Cấu tạo thùng quay này giống như mạ quay, chỉ khác là không có thanh dẫn điện. Khi quay, chất bán, mùn kim loại, lớp oxyt v.v... sẽ thoát ra từ những lỗ trên thành thùng quay, làm sạch chi tiết, làm giảm lượng nước rửa sau khi quay.

Đường kính của hai loại thùng quay nằm ngang là 300 + 600 mm.

3. Chọn tham số quay bóng

Đối với thùng quay nằm ngang, lượng tải trọng 60% – 70% (theo thể tích). Lượng tải trọng cao, tác dụng quay bóng yếu, thời gian quay bóng dài, lượng tải trọng quá nhỏ, tác dụng mài mòn lớn, bề mặt thô.

Tốc độ quay cần thích hợp, tốc độ thấp, tác dụng mài mòn kém, hiệu suất thấp; tốc độ cao, chi tiết bị lực ly tâm tạo nên sự va chạm giữa các chi tiết, thông thường không chế tốc độ quay $45 \div 65$ vòng/phút.

Thời gian quay phụ thuộc trạng thái bề mặt ban đầu và yêu cầu kỹ thuật gia công của chi tiết, có thể thay đổi từ nhiều giờ đến nhiều ngày.

IV – ĐÁNH BÓNG RUNG

1. Khái niệm

Khi đánh bóng rung, cho chi tiết vào trong thùng hình ống hoặc thùng dạng bát, nằm trên hệ thống lò xo, qua thiết bị nào đó làm cho thùng chuyển động lên xuống hoặc trái, phải, do sự ma sát giữa chi tiết và hỗn hợp mài mà đạt đến độ bóng. Thùng rung được nhờ động cơ gắn dưới đáy thùng, động cơ truyền chuyển động cho hệ thống rung. Cũng có thể rung được nhờ hệ thống điện từ có công suất $50 \div 60$ Hz.

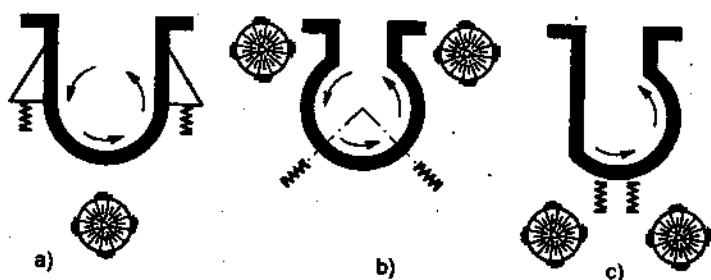
Hiệu suất đánh bóng rung cao hơn nhiều so với quay bóng. Đánh bóng rung có thể đánh bóng những chi tiết lớn, có thể kiểm tra bề mặt chi tiết trong quá trình gia công.

Hai nhân tố quan trọng đánh bóng rung là tần suất rung và biên độ rung. Tần suất rung là 15 – 50 Hz (thông thường là 20 – 30 Hz), biên độ rung là 2 – 10 mm (thông thường là 3 – 6 mm).

Đánh bóng rung không thích hợp với các chi tiết gia công chính xác và bề mặt nền quá thô.

2. Máy rung hình ống

Máy rung hình ống có 3 loại xem hình 4.2.



Hình 4.2. Cấu tạo máy rung hình ống

a) Dạng chữ U; b) Dạng hình cầu; c) Dạng cấu trúc thẳng góc.

Dạng hình ống chữ U (hình 4.2a) cải tiến thành dạng hình cầu (hình 4.2b) hoặc dạng hình cầu thẳng góc (hình 4.2c) để tránh hiện tượng hồi lưu chi tiết trong khi làm việc, hình thành chuyển động đồng đều. Hệ thống rung có thể cải tiến như sau:

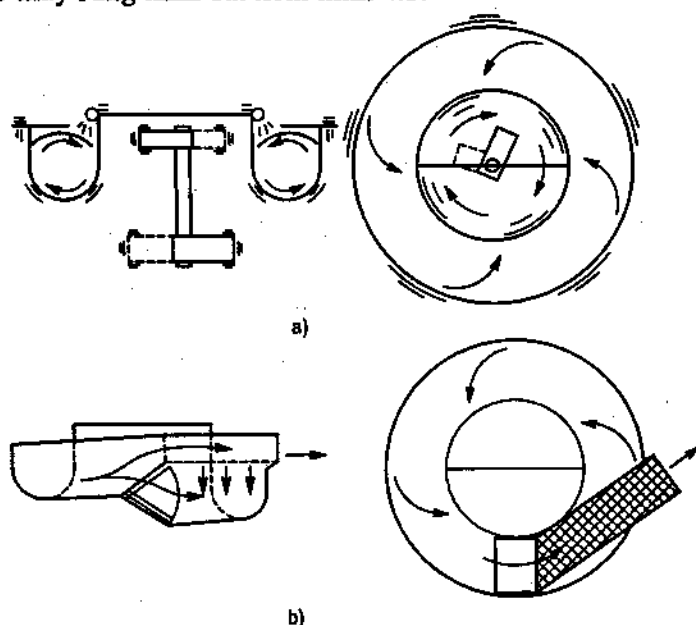
- Như hình 4.2, cải tiến thành hai trục chuyển động, làm cho chi tiết và hỗn hợp mài cắt gọt càng nhanh, càng đồng đều.
- Thay thế tấm tải trọng lệch vị trí bằng bánh lệch tâm làm cho tác dụng rung lớn và ổn định.
- Tấm tải trọng lệch vị trí hoặc bánh lệch tâm đặt ở hai cạnh đáy thùng hoặc phía trên thùng.

Máy đánh bóng rung có thể đánh bóng chi tiết lớn, độ dài 12 m, rộng 2m hoặc chi tiết có hình dáng phức tạp.

Trong quá trình gia công, có thể kiểm tra chất lượng bề mặt chi tiết, lấy chi tiết dễ dàng.

3. Máy rung hình bát

Cấu tạo máy rung hình bát xem hình 4.3.



Hình 4.3. Cấu tạo máy rung hình bát

a) Máy rung ở đáy có lắp tấm tải trọng lệch tâm; b) Máy rung có máng chứa phôi.

Thùng rung được đặt trên lò xo, nhờ tấm tải trọng lệch vị trí nắp trên trục thẳng góc ở giữa thùng mà truyền chuyển động rung cho thùng, làm cho chi tiết và hỗn hợp mài trong thùng chuyển động theo hình xoắn ốc (hình 4.3a). So sánh với máy rung hình ống, tác dụng rung của máy rung hình bát tốt hơn, tạo được bề mặt bóng, nhưng năng suất thấp.

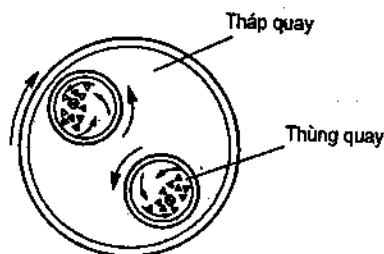
Khi trên thùng lắp thêm máng chứa phôi và lưới sàng (hình 4.3b). Sau một chu kỳ đánh bóng rung, hạt mài chuyển đến máng chứa phôi, đưa đều lưới sàng, chi tiết tự động được tách ra khỏi hỗn hợp mài.

Máy đánh bóng rung không thể gia công chi tiết lớn.

V - QUAY BÓNG LY TÂM

Thao tác quay bóng ly tâm xem hình 4.4. Ở bốn bên trong tháp quay lớn lắp một số thùng quay có chi tiết và hỗn hợp mài tháp quay với tốc độ cao, quay ngược lại với tốc độ nhỏ. Lực ly tâm sinh ra trong tháp quay làm cho tải trọng trong thùng quay ép lại với nhau, nhờ thùng quay sinh ra sự cắt gọt của hỗn hợp mài với chi tiết, do đó mà loại bỏ bavaria hoặc làm tăng độ bóng.

Quay bóng ly tâm làm giảm rất nhiều thời gian gia công, thông thường chỉ bằng 1/50 thời gian gia công đánh bóng rung. Khi gia công, chi tiết va chạm lẫn nhau rất ít, chất lượng bề mặt của các đợt gia công giống nhau. Những chi tiết dễ vỡ được đảm bảo kích thước chính xác, có độ bóng cao.



Hình 4.4. Máy quay bóng ly tâm

Đặc điểm khác của phương pháp gia công này là sinh ra ứng lực ép cao trên bề mặt chi tiết, do đó nâng cao cường độ mỏi của chi tiết. Những chi tiết của động cơ máy bay, máy nén khí, bơm, trục, lò xo v.v... thường sử dụng phương pháp đánh bóng này. Sau khi đánh bóng xong, chi tiết được phun bi, so với các phương pháp đánh bóng khác, phương pháp quay bóng ly tâm hiệu quả hơn nhiều, giá thành thấp, hiệu suất cao.

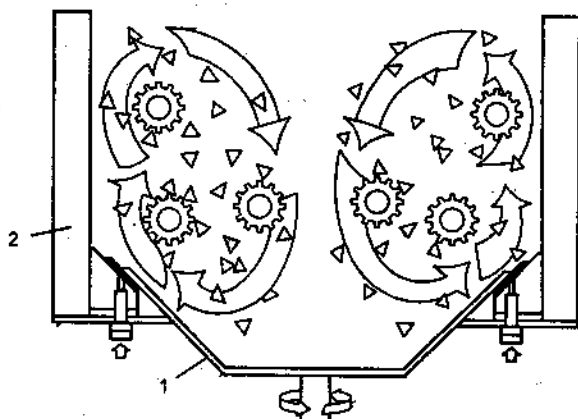
Thay đổi tốc độ quay của tháp quay và thùng quay được hiệu quả mài cắt khác nhau. Thí dụ: khi quay tốc độ cao, dùng hỗn hợp mài cứng, độ mài mòn thấp, có tác dụng loại bỏ bavaria; khi tốc độ quay thấp, có tác dụng nâng cao độ bóng. Cũng có thể dùng phối hợp hai phương pháp trên.

VI - ĐÁNH BÓNG MÂM LY TÂM

Nguyên lý đánh bóng mâm ly tâm xem hình 4.5. Thiết bị là mâm hình bát, dưới đáy thùng trục tròn cố định lắp một thiết bị quay tốc độ cao (khoảng 10 m/s), chi tiết và hỗn hợp mài đưa vào trong thùng, do sự quay của mâm, làm cho tải trọng chuyển động lên phía trên thành thùng, về sau do tự tải trọng của chi tiết mà rơi vào giữa mâm ly tâm, tải trọng chuyển động theo hình tròn lặp đi lặp lại nhiều lần, do đó có tác dụng đánh bóng chi tiết. Sau khi đánh bóng xong, tải trọng thoát ra từ cửa cạnh mâm, chi tiết và hỗn hợp mài được tách ra bằng lưới sàng hoặc mâm từ.

Điểm mấu chốt của thiết bị này là không chế khe hở giữa ống trụ tròn và mâm hình bát. Khe hở càng nhỏ, chi tiết gia công càng nhỏ, hạt mài càng tinh.

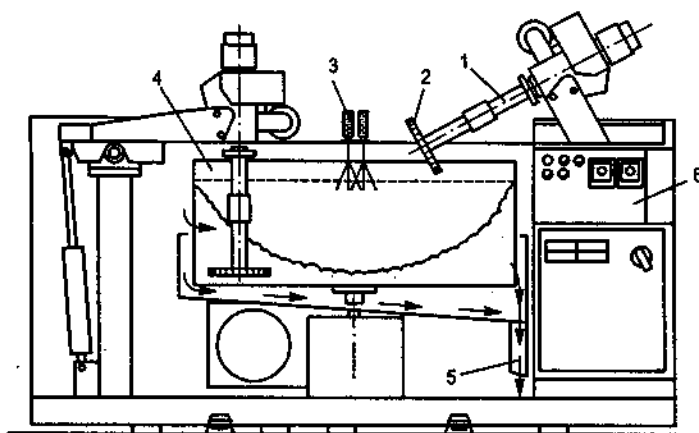
Đặc điểm của phương pháp gia công này là tốc độ đánh bóng nhanh, tương đương với quay bóng ly tâm, chất lượng đánh bóng tương đương đánh bóng rung. Ngoài ra, trong quá trình gia công có thể kiểm tra chất lượng sản phẩm.



Hình 4.5. Nguyên lý đánh bóng mâm ly tâm
1. Mâm quay hình bát; 2. Ống trụ tròn

VII – ĐÁNH BÓNG QUAY

Nguyên lý đánh bóng quay xem hình 4.6. Thiết bị gồm có trục quay cố định chi tiết và có hỗn hợp mài chứa trong thùng quay, bề mặt chi tiết do chịu tác dụng mài cắt của hỗn hợp mài chuyển động nhanh mà có độ bóng đạt yêu cầu.



Hình 4.6. Nguyên lý đánh bóng quay

- | | | |
|----------------|--------------------|------------------------------|
| 1. Trục quay; | 2. Chi tiết; | 3. Cửa cấp nước và hóa chất; |
| 4. Thùng quay; | 5. Cửa thoát nước; | 6. Tủ thao tác |

Đánh bóng quay sử dụng nhiều loại hạt mài, nhưng thường dùng Al_2O_3 , được làm ướt bởi nước và hóa chất trong đường ống nằm ở phía trên giữa

thùng. Khi đánh bóng khô, dùng hạt mài tinh. Thời gian gia công không quá 20 phút (thông thường trong 30 giây).

Chi tiết được lắp cố định đơn chiếc trên trục quay, vì thế tránh va chạm lẫn nhau. Vì vậy thiết bị này rất thích hợp để đánh bóng tinh, loại bỏ bavaria, cùn cạnh của những bánh răng, trục v.v... đảm bảo độ chính xác mà không bị va chạm. Gia công trên thiết bị này hiệu suất thấp, giá thành cao. Phương pháp gia công này chỉ thích hợp để gia công chi tiết khi những thiết bị khác không thỏa mãn yêu cầu.

Chương 5

CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CƠ KHÍ KHÁC

I – PHUN CÁT

1. Khái niệm

Phun cát là quá trình xử lý bề mặt khi hạt mài va đập mạnh với chi tiết. Công dụng của phun cát như sau:

- Loại bỏ lớp oxy hóa, lớp cát trên bề mặt chi tiết sau khi đúc, rèn hoặc nhiệt luyện.
- Loại bỏ vết gỉ, vết hàn, lớp sơn cũ hoặc vật chất dạng dầu khô trên bề mặt chi tiết.
- Làm thô bề mặt chi tiết để nâng cao độ bám dính của lớp sơn hoặc các lớp khác.
- Loại bỏ bavaria, vết mài của chi tiết.
- Phun hoa trên bề mặt thủy tinh hoặc sứ.
- Bề mặt chi tiết ở trạng thái tiêu quang, phản xạ kém.
- Dụng cụ cắt gọt bị phun cát ướt, được nâng cao tuổi thọ.

Phun cát gồm hai loại phun cát khô và phun cát ướt. Phun cát khô bề mặt thô thỏa mãn những điều kiện trên, phun cát ướt gia công những chi tiết chính xác.

Những chi tiết có dầu nhiều cần tẩy dầu trước khi phun cát.

2. Phun cát khô

Hạt mài dùng cho phun cát khô là SiC, Al₂O₃, SiO₂ v.v... sử dụng nhiều nhất là cát thạch anh (SiO₂). Căn cứ vào nguyên liệu, trạng thái bề mặt, yêu cầu gia công mà chọn hạt mài có độ hạt khác nhau (xem bảng 5.1).

Bảng 5.1. Điều kiện công nghệ phun cát khô những chi tiết khác nhau

Loại chi tiết	Độ hạt cát SiO ₂ (mm)	Áp lực không khí (MPa)
Sắt, thép lớn có độ dày trên 3mm	2,5 + 3,5	0,3 + 0,5
Sắt, thép trung bình độ dày 1 + 3mm	1,0 + 2,0	0,2 + 0,4
Đồng vàng mỏng nhỏ	0,5 + 1,0	0,15 + 0,25
Sắt, thép độ dày dưới 1 mm	< 0,5	0,1 + 0,15
Hợp kim nhôm		

Phun cát khô có hai loại: phun cát áp lực không khí và phun cát cơ khí, mỗi loại lại phân ra phương thức như thủ công, bán tự động hoặc tự động v.v..., thông thường dùng phương thức phun áp lực không khí thủ công, áp dụng cho các chi tiết nhỏ, trung bình có hình dáng phức tạp.

3. Phun cát ướt

Hạt mài phun cát ướt cũng giống như phun cát khô, có nước vào hạt mài, thông thường hạt mài chiếm 20 – 35% (theo thể tích), khuấy đều để không kết tủa, dùng vòi phun áp lực để phun vào chi tiết, cũng có thể để cát và nước cho riêng vào trong thùng, vòi phun chứa hỗn hợp, phun vào chi tiết. Để phòng sắt thép bị gỉ, thường cho NaNO_2 v.v... vào trong nước. Ngoài ra, cát sử dụng lần sau cần phải sấy khô.

Thiết bị phun cát ướt có nhiều loại, sử dụng nhiều nhất là buồng phun cát ướt.

II – PHUN BÌ

1. Khái niệm

Phun bì cũng giống như phun cát, chỉ khác hạt mài cát được thay thế bằng bì kim loại hoặc bì thủy tinh. Phun bì sinh ra ứng lực ép của chi tiết, không có bụi silic làm bụi bẩn. Công nghệ phun bì có tác dụng như sau:

(1) Ứng lực ép sinh ra sẽ nâng cao và khả năng chống ứng lực ăn mòn.

(2) Tiến hành hiệu chuẩn lại chi tiết mỏng bì uốn xoắn

(3) Thay thế công nghệ tạo hình nhiệt, nguội thông thường; tiến hành gia công tạo hình chi tiết bằng nhôm mỏng, lớn, có thể tránh được ứng lực căng tồn dư trên bề mặt chi tiết, tạo nên ứng lực ép có lợi.

Cần chú ý, chi tiết sau khi phun bì xong không được sử dụng ở nhiệt độ quá cao, nếu không sẽ làm mất đi ứng lực ép sinh ra, không đạt hiệu quả mong muốn. Căn cứ vào nguyên liệu mà sử dụng nhiệt độ tới hạn thích hợp, chi tiết sắt thép, nhiệt độ sử dụng 260 – 290°C, chi tiết nhôm sử dụng 170°C.

2. Các loại bì

(1) Bì thép đúc

Độ cứng bì thép đúc 40 – 50 HRC, khi gia công kim loại cứng, cần nâng cao độ cứng 57 – 62 HRC. Bì thép có tính dẻo tốt được dùng rộng rãi, độ bền sử dụng gấp mấy lần bì sắt.

(2) Bì sắt đúc

Độ cứng bì sắt đúc 58 – 65 HRC, giòn, dễ vỡ, tuổi thọ ngắn, dùng ít. Dùng chủ yếu trong trường hợp phun bì cường độ cao.

(3) *Bì thủy tinh*

Độ cứng bì thủy tinh thấp hơn hai loại trên, dùng chủ yếu cho các nguyên liệu là thép không gỉ, titan, nhôm, magiê và vật liệu không cho phép nhiễm bẩn sắt. Cũng có thể gia công lần thứ hai sau khi phun bì thép, bì sắt, để loại bỏ tạp chất sắt, làm giảm độ thô bề mặt chi tiết.

3. Công nghệ phun

Khi yêu cầu gia công phun bì có ứng lực ép trên bề mặt chi tiết, cần có độ phủ kín đầy đủ, tức là diện tích bề mặt chưa gia công phun bì ít, nhưng kiểm tra độ che phủ khó, không phán đoán được định lượng, do đó thường dùng phương pháp khống chế cường độ phun, có nghĩa là sau khi đạt đến cường độ phun nhất định, được giá trị ứng lực ép yêu cầu.

Cường độ phun chịu ảnh hưởng của các nhân tố sau:

(1) *Độ lớn bì*: Bì càng to, năng lượng va đập lớn, cường độ phun càng lớn, nhưng độ phủ kín giảm. Vì thế cần có cường độ phun thích hợp, kích thước bì càng nhỏ càng có lợi.

Ngoài ra chọn kích thước bì phải phụ thuộc vào hình dáng chi tiết, đường kính của nó không vượt quá một nửa bán kính của thùng.

Thông thường độ hạt bì là 0,3 ~ 2 mm.

(2) *Độ cứng bì*: Khi độ cứng của bì lớn hơn độ cứng của chi tiết, sự thay đổi độ cứng bì không ảnh hưởng đến cường độ phun. Ngược lại, khi độ cứng bì giảm thấp, cường độ phun giảm.

(3) *Tốc độ phun bì*: Tốc độ phun cao, cường độ phun cao, nhưng tốc độ quá cao làm cho lượng bì vỡ càng nhiều.

(4) *Góc độ phun*: Khi phun thẳng góc, cường độ phun cao nhất, vì thế cần tiến hành phun ở trạng thái như vậy. Khi chịu sự hạn chế hình dáng chi tiết, phải phun góc nhỏ, cần tăng kích thước bì và tốc độ phun bì.

(5) *Lượng vỡ bì*: cường độ phun giảm khi bì vỡ, vì thế cần loại bỏ bì vỡ, cần bảo đảm bì hoàn chỉnh không thấp hơn 85%. Ngoài ra bì vỡ có góc sắc gây xước chi tiết.

Thiết bị gia công phun bì giống như thiết bị phun cát, chỉ cần thêm một số những thiết bị phụ trợ để khống chế nghiêm ngặt quá trình gia công.

III - CHẢI

1. Khái niệm

Chải là quá trình gia công bề mặt chi tiết bằng bánh chải có gắn sợi kim loại, lông động vật, cước v.v... Có thể chải khô hoặc chải ướt. Công dụng chải như sau:

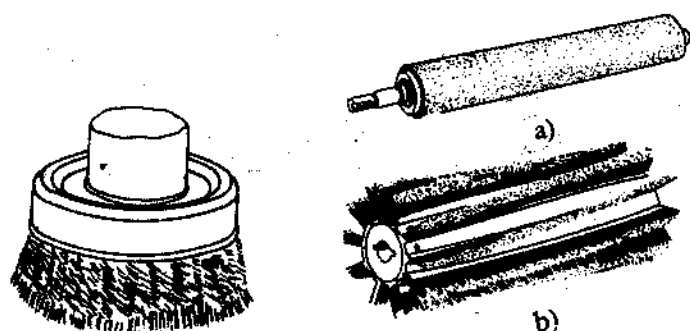
(1) *Làm sạch bề mặt*: Chải loại bỏ lớp oxyt, gỉ, lớp sơn cũ, vết hàn hoặc các chất bẩn khác. Cũng có thể làm sạch những vết mùn sau khi tẩy.

(2) *Khử bavơ*: Loại bỏ bavơ ở biên góc bề mặt chi tiết sau khi gia công cơ khí.

(3) *Tạo vân trang sức*: Trên bề mặt chi tiết có vân nhỏ mịn theo quy luật, có tác dụng trang trí.

2. Các loại bàn chải

Bàn chải có nhiều loại xem hình 5.1, tùy theo đặc điểm của bàn chải mà có công dụng khác nhau. Căn cứ vào nguyên liệu và hình dạng chi tiết mà dùng các loại bàn chải. Thông thường chi tiết vật liệu cứng chọn bàn chải cứng, ngược lại chọn bàn chải mềm.



Hình 5.1. Các loại bàn chải

Nguyên liệu bàn chải đa số là dây kim loại: dây thép, dây đồng, dây đồng thau, dây thép không gỉ v.v... Khi cần chải tinh nên dùng dây đường kính 0,05 – 0,10 mm, khi chải thô dùng dây đường kính 0,30 – 0,60 mm. Tốc độ quay của bánh chải có thể thay đổi từ 450 ÷ 1800 vòng/phút.

Chương 6

TẮY DẦU

I – KHÁI NIỆM

Phương pháp tẩy dầu thường dùng: Tẩy dầu dung môi hữu cơ, tẩy dầu hóa học, tẩy dầu điện hóa, tẩy dầu trong thùng quay, tẩy dầu thủ công. Đặc điểm của các phương pháp tẩy dầu xem bảng 6.1.

Bảng 6.1. Đặc điểm các phương pháp tẩy dầu

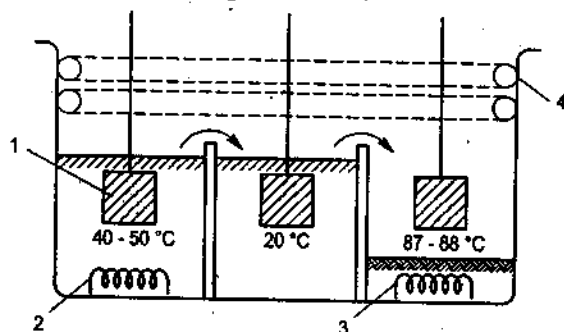
Phương pháp tẩy dầu	Đặc điểm	Phạm vi ứng dụng
Tẩy dầu dung môi hữu cơ	Dầu mỡ xà phòng hóa và không xà phòng hóa có thể hòa tan, không ăn mòn chi tiết. Tẩy dầu nhanh nhưng không triệt để, cần phải tẩy dầu bổ sung hóa học hoặc điện hóa. Dung môi dễ cháy, độc, giá thành cao.	Chi tiết nhỏ có hình dáng phức tạp, những chi tiết kim loại màu có nhiều dầu, chi tiết bị kiểm ăn mòn cần tẩy sơ bộ.
Tẩy dầu hóa học	Phương pháp thuận tiện, thiết bị đơn giản, thời gian tẩy dầu dài.	Tẩy dầu chi tiết thông thường.
Tẩy dầu điện hóa	Hiệu suất tẩy dầu cao, tẩy dầu sạch, tẩy dầu Catốt dễ thấm hydro, khó tẩy dầu trong lỗ, cần nguồn điện một chiều.	Tẩy dầu chi tiết thông thường hoặc tẩy dầu anốt.
Tẩy dầu thủ công	Thao tác thuận lợi, không hạn chế kích thước chi tiết, cường độ lao động cao, năng suất thấp.	Những chi tiết lớn, trung bình và những chi tiết tẩy dầu bằng phương pháp khác không thích hợp.
Tẩy dầu quay	Hiệu suất cao, chất lượng tốt, không thích hợp những chi tiết lớn, dễ biến hình.	Những chi tiết nhỏ, độ chính xác không cao.
Tẩy dầu siêu âm	Ăn mòn ít, hiệu suất cao, làm sạch tốt. Tẩy dầu triệt để những chi tiết phức tạp, có lỗ, góc biên v.v...	Tẩy dầu những chi tiết phức tạp.

II – TẮY DẦU DUNG MÔI HỮU CƠ

Dung môi hữu cơ thường: dùng xăng, dầu hỏa, axêton, xilen, triclo etylen v.v... Xăng rẻ nhưng độc, được sử dụng nhiều, dễ cháy, ngấm tẩy hoặc xoa tẩy ở nhiệt độ thường.

Triclo etylen, tetraclo rua cacbon tẩy dầu hiệu suất cao, không cháy, có thể sử dụng ở nhiệt độ cao. Có thể ngâm tẩy, xoa tẩy, tẩy dầu bay hơi.

Thiết bị tẩy dầu chuyên dụng Triclo etylen, dung môi có thể sử dụng tuần hoàn tái sinh. Thiết bị gồm 3 thùng (hình 6.1).



Hình 6.1. Thiết bị tẩy dầu dung môi 3 bể

1. Chi tiết; 2 - 3. Thiết bị gia nhiệt; 4. Ống nước lạnh

Thùng thứ nhất ngâm gia nhiệt, hòa tan phần lớn dầu. Thùng nguội thứ hai sạch tẩy đi chất bẩn hoặc dầu mỡ còn lại ở thùng thứ nhất. Cuối cùng tiến hành tẩy dầu bay hơi trong thùng thứ ba. Cũng có thể dẫn sóng siêu âm vào phần dưới đáy thùng ngâm, để làm tăng hiệu quả tẩy dầu, có thể tẩy được thuốc đánh bóng dính vào chi tiết. Cũng có thể đặt thêm thiết bị phun, làm sạch bụi, hạt bẩn v.v... bám vào chi tiết.

Khi tẩy dầu bằng dung môi hữu cơ cần chú ý những điểm sau:

1) Dung môi hữu cơ bay hơi rất độc (đặc biệt là tricloetylen), nên không được để khí lọt ra, có biện pháp an toàn phòng chống cháy, nổ, thông gió.

2) Lượng chất bẩn trong dung môi hữu cơ chiếm 25-30% (phần trăm thể tích), phải thay thế dung môi mới, để tránh làm bẩn chi tiết.

3) Tricloetylen bị phân huỷ bởi tia tử ngoại tạo thành chất HCl ăn mòn mạnh, rất độc. Vì thế không mang nước vào trong thùng, tránh bị chiếu sáng bởi ánh nắng mặt trời. Những chi tiết bằng nhôm, magie không dùng triclo etylen để tẩy dầu.

III - TẨY DẦU HÓA HỌC

Tẩy dầu hóa học là quá trình tác dụng xà phòng hóa và nhũ hóa của dung dịch kiềm nóng đối với dầu để tẩy đi lớp dầu, mỡ. Tác dụng nhũ hóa của chất hoạt động bề mặt để tẩy lớp dầu, mỡ không thể xà phòng hóa.

1. Tẩy dầu dung dịch kiềm nhiệt độ cao

Tẩy dầu dung dịch kiềm dễ quản lý, sử dụng rộng rãi. Hàm lượng NaOH trong dung dịch kiềm không cao. Tẩy dầu sắt thép hàm lượng NaOH nhỏ hơn 100 g/l, tẩy dầu đồng và hợp kim đồng hàm lượng NaOH nhỏ hơn 20 g/l. Tẩy

dầu kẽm, thiếc, chì, nhôm và hợp kim của chúng, không tẩy dầu dung dịch kiềm đặc mà dùng muối kiềm như Na_2CO_3 , Na_3PO_4 v.v... Tẩy dầu dung dịch kiềm có thể tẩy dầu mỡ thực vật có thể xà phòng hóa, cho thêm một số chất hoạt động bề mặt như thủy tinh lỏng, bột xà phòng, chất nhũ hóa OP v.v... có thể tẩy được dầu mỡ khoáng vật.

Thủy tinh lỏng là chất nhũ hóa mạnh, có năng lực xà phòng hóa, có tác dụng làm chậm đối với chì, kẽm v.v... Nhưng nó cũng khó rửa sạch, dễ hình thành keo thủy tinh khó hòa tan, khi sang công đoạn khác, ảnh hưởng đến độ bám chắc.

Bảng 6.2. Chế độ công nghệ tẩy dầu dung dịch kiềm thường dùng.

Kim loại nền KI hiệu pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Sắt thép			Đồng và hợp kim đồng		Nhôm và hợp kim nhôm			Kẽm và hợp kim kẽm	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NaOH	50-100	20	20-30	10-15						
Na_2CO_3	20-40	20	30-40	20-30	10-20	40-50	15-20	15-20	15-30	20-25
$\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	30-40	20	30-40	50-70	10-20	40-50			15-30	
NaHCO_3							5-10			
$\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$							10-15	10-15		
Na_2SiO_3	5-10	10		5-10	5-10	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15
Chất hoạt động bề mặt		1-2					1-2			1-2
Chất nhũ hóa OP					2-3			1-3		
Chất tẩy Hải âu (ml/l)			2-4							
pH							10			10
Nhiệt độ (°C)	80-95	70-90	80-90	80-95	70	70	40-70	60-80	60-80	40-70

2. Tẩy dầu axit

Tẩy dầu axit có thể đồng thời tẩy dầu và lớp oxyt mỏng trên bề mặt chi tiết. Nó được tạo thành bởi hỗn hợp axit vô cơ hoặc hữu cơ và chất hoạt động bề mặt. Thí dụ hỗn hợp H_2SO_4 (1,84): 100 ml/l, chất nhũ hóa OP 25 g/l dùng để tẩy dầu cho đồng, hỗn hợp H_2SO_4 (1,84): 150 - 200 ml/l, chất nhũ hóa OP

5 – 10 g/l, Thioure 5 g/l dùng để tẩy dầu cho sắt thép. Hỗn hợp $K_2Cr_2O_7$ 15 g, H_2SO_4 (1,84): 300 ml/l; H_2O : 20 ml dùng để tẩy dầu cho chất dẻo.

3. Tẩy dầu dung dịch kiềm, nhiệt độ thấp

Tẩy dầu dung dịch kiềm nhiệt độ cao hiệu suất tẩy dầu thấp, nhiệt độ kiềm cao (65 – 90°C), tiêu hao năng lượng lớn, ô nhiễm môi trường, xử lý nước thải tốn kém v.v... Tẩy dầu dung dịch kiềm, nhiệt độ thấp khắc phục được những nhược điểm trên, có nhiều loại dung dịch tẩy dầu.

(1) Căn cứ chọn lọc pha chế dung dịch tẩy dầu

Nghiên cứu pha chế và chọn dung dịch tẩy dầu cần căn cứ vào nguyên liệu nền, chủng loại dầu và phương pháp cơ khí khi tẩy dầu (ngâm, phun, quay, siêu âm v.v...) mà quyết định.

(2) Chọn thành phần chất tẩy dầu

Chất tẩy dầu nhiệt độ thấp bao gồm hợp chất tính kiềm và chất hoạt động bề mặt. Hợp chất tính kiềm chiếm 75%, ngoài ra còn có chất tăng tốc độ tẩy và chất làm chậm v.v...

a) *Hợp chất tính kiềm*: Hợp chất tính kiềm bao gồm hydroxyl kim loại, các loại muối cacbonat, muối photphat v.v... Thành phần chủ yếu gồm có NaOH, Na_3PO_4 , $Na_4P_2O_7$ còn Na_2CO_3 và $Na_5P_3O_{10}$ chỉ có tác dụng có hạn.

* NaOH: NaOH có tác dụng xà phòng hóa với dầu mỡ thực vật, tạo thành Natri stearat (xà phòng) tan trong nước. Nhưng NaOH tính kiềm mạnh, có khả năng ăn mòn kim loại nền, chỉ khi nào có nhiều dầu mỡ mới dùng hàm lượng cao. Độ nhớt của NaOH lớn, khó rửa sạch, cho $Na_5P_3O_{10}$ để cải thiện khả năng rửa.

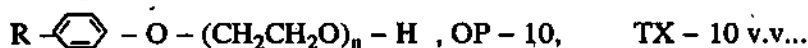
* Các hợp chất tính kiềm khác đều là muối kiềm mạnh, axit yếu, chúng có thể hòa tan trong nước tạo thành OH^- gọi là chất xà phòng hóa và chất hỗ trợ rửa.

Na_3PO_4 có tác dụng đặc biệt, ngoài việc nhũ hóa tẩy dầu làm mềm nước, khi chất hoạt động bề mặt chiếm trên 5%, hiệu quả tẩy dầu rất tốt.

$Na_5P_3O_{10}$ có tác dụng làm mềm nước rất tốt, nó có thể tạo phức vào một số ion kim loại, để phòng kết tủa, đóng cặn trong quá trình rửa.

b) *Chất hoạt động bề mặt*: Chất hoạt động bề mặt thường dùng là chất hoạt động bề mặt không có ion, có công thức $[R - O - (CH_2CH_2O)_n - H]$

Thí dụ:



Chất hoạt động bề mặt ion âm như $R - COONa$, $R - OSO_3Na$, $R - SO_3Na$, $R - OPO_3Na_2$ v.v...

IV – TẮY DẦU ĐIỆN HÓA

1. Đặc điểm tẩy dầu điện hóa

Tẩy dầu điện hóa gồm có tẩy dầu catốt, tẩy dầu anốt, tẩy dầu phối hợp anốt, catốt. Đặc điểm của phương pháp tẩy dầu điện hóa được trình bày bảng 6.3. Tẩy dầu điện hóa là công nghệ cuối cùng của tẩy dầu.

Bảng 6.3. Đặc điểm các phương pháp tẩy dầu điện hóa

Phương pháp tẩy dầu	Đặc điểm	Phạm vi ứng dụng
Tẩy dầu catốt	Thể tích khí H_2 thoát ra trên catốt lớn gấp đôi thể tích O_2 thoát ra trên anốt. Vì thế tẩy dầu catốt hiệu suất cao hơn so với anốt, kim loại không ăn mòn, nhưng dễ thấm H_2 . Tạp chất kim loại dễ bám vào bề mặt chi tiết ảnh hưởng đến độ bám chắc.	Thích hợp tẩy kim loại màu như nhôm, kẽm, thiếc, chì, đồng và hợp kim của chúng.
Tẩy dầu anốt	Kim loại nền không bị giòn hydro, có thể tẩy sạch mùn và màng mỏng kim loại như kẽm, thiếc, chì, crôm v.v... bám trên bề mặt. Hiệu suất tẩy dầu anốt thấp, ăn mòn kim loại màu.	Thép cacbon có độ cứng cao, chi tiết đàn hồi như lò xo, vòng đệm đàn hồi v.v... dùng phương pháp tẩy dầu anốt. Nhôm, kẽm và hợp kim của chúng không dùng phương pháp này.
Tẩy dầu phối hợp anốt, catốt	Tẩy dầu phối hợp anốt, catốt phát huy ưu điểm từng loại, là phương pháp tẩy dầu có hiệu quả nhất. Căn cứ vào nguyên liệu, có thể chọn đầu tiên tẩy dầu catốt sau đó tẩy dầu anốt thời gian ngắn hoặc đầu tiên tẩy dầu anốt sau đó tẩy dầu catốt thời gian ngắn.	Tẩy dầu sắt thép, không có yêu cầu đặc biệt

2. Thành phần dung dịch và chế độ làm việc

Thành phần dung dịch tẩy dầu điện hóa giống như thành phần dung dịch tẩy dầu hóa học, chỉ khác là loãng một chút, và không sử dụng chất hoạt động bề mặt có bọt. Vì nếu sử dụng chất hoạt động bề mặt có bọt, ở hai cực có khí H_2 và O_2 thoát ra, làm cho bọt nổi lên trên, thoát ra ngoài thùng. Khi điện cực tiếp xúc không tốt sẽ đánh điện, gây nổ.

Thành phần dung dịch và chế độ làm việc tẩy dầu điện phân xem bảng 6.4.

Bảng 6.4. Thành phần dung dịch và chế độ làm việc tẩy dầu điện phân

<div> <div>Hàm lượng (g/l)</div> <div>Pha chế</div> <div>Tên</div> </div>	1	2	3	4
NaOH	40 – 60	10 – 20		
Na ₂ CO ₃	≤ 60	20 – 30	20 – 40	25 – 30
Na ₃ PO ₄ ·12 H ₂ O	15 – 30	20 – 30	20 – 40	25 – 30
Na ₂ SiO ₃	3 – 5		3 – 5	
Nhiệt độ (°C)	70 – 80	70 – 80	70 – 80	70 – 80
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	2 – 5	5 – 10	2 – 5	2 – 5
Thời gian tẩy dầu catốt (phút)		5 – 10	1 – 3	1 – 3
Thời gian tẩy dầu anốt (phút)	5 – 10	0,2 – 0,5		

Chú ý: Pha chế 1 dùng để tẩy chi tiết sắt thép thông thường và chi tiết chịu lực cường độ cao.

Pha chế 2 dùng để tẩy chi tiết không chịu lực hình dáng phức tạp.

Pha chế 3, 4 dùng để tẩy chi tiết đồng, nhôm, magie, kẽm và hợp kim của chúng.

V – TẨY DẦU THỦ CÔNG VÀ TẨY DẦU TRONG THÙNG QUAY

– Tẩy dầu thủ công tiến hành tẩy từng loạt nhỏ những chi tiết không thể tẩy dầu hóa học và tẩy dầu điện phân được. Thí dụ những chi tiết lớn, những chi tiết mạ crôm. Người ta dùng bàn chải, giẻ, vải màn thấm dung dịch tẩy dầu để lau. Ưu điểm là thuận lợi, giản đơn, linh hoạt, chi tiết vẫn đảm bảo độ bóng, không bị ăn mòn.

– Tẩy dầu trong thùng quay là phương pháp cơ khí tẩy dầu. Có thể cho vào thùng quay mùn của dung dịch kiềm yếu để tẩy dầu. Tốc độ quay 60 – 100 vòng/phút. Nếu chi tiết có hình dáng phức tạp thì không cho mùn của mà cho dung dịch tẩy dầu vào trong thùng quay.

VI – TẨY DẦU SIÊU ÂM

Tẩy dầu siêu âm là phương pháp dùng sóng siêu âm sinh ra rất nhiều bọt khí trong dung dịch tẩy dầu, những bọt khí sinh ra lớn lên gây khuấy động cơ khí mạnh làm cho dầu mỡ và chất bẩn bám trên bề mặt chi tiết được tách ra, do đó tẩy rửa sẽ nhanh hơn và sạch hơn rất nhiều.

Sóng siêu âm có thể áp dụng cho tẩy dầu dung môi, tẩy dầu hóa học, tẩy dầu điện hóa, tẩy axit v.v..., có hiệu quả cao để tẩy dầu, tẩy gỉ. Nhiệt độ và nồng độ tẩy dầu siêu âm đều thấp hơn tẩy dầu thông thường tương ứng. Bởi vì nhiệt độ và nồng độ cao đều cản trở truyền sóng siêu âm, làm giảm khả năng tẩy dầu. Dùng sóng siêu âm tẩy dầu ở nhiệt độ và nồng độ thấp, tiết kiệm năng lượng, nguyên liệu, bảo vệ kim loại khỏi ăn mòn, chống sự thấm H_2 khi tẩy dầu catốt. Nhưng không phải dùng dung dịch loãng mà phải dùng dung dịch có thành phần và tỷ lệ pha chế thích hợp, chọn tần số và cường độ sóng siêu âm thích hợp.

Dùng sóng siêu âm để tẩy những chi tiết phức tạp, có lỗ, ren, có yêu cầu kỹ thuật cao v.v... Những chi tiết nhỏ phức tạp dùng sóng siêu âm có tần số cao, chi tiết có bề mặt lớn dùng sóng siêu âm có tần số cao, chi tiết có bề mặt lớn dùng sóng siêu âm có tần số thấp (15 – 30 kHz).

Chương 7

TẨY GỈ

I - KHÁI NIỆM

Tẩy gỉ bao gồm tẩy gỉ thông thường, tẩy bóng và tẩy nhẹ.

Tẩy gỉ thông thường dùng để loại bỏ lớp gỉ ăn mòn và lớp oxy hóa mỏng, loại bỏ mùn ăn mòn trên bề mặt chi tiết, lộ ra tổ chức kết tinh của kim loại nền, nâng cao độ bóng chi tiết. Tẩy nhẹ tiến hành trước khi mạ, tẩy đi lớp màng oxy hóa mỏng, trung hòa kiềm còn đọng lại trên bề mặt chi tiết, làm cho bề mặt hoạt hóa, nâng cao độ bám của lớp mạ với kim loại nền. Ngoài tẩy gỉ hóa học còn có tẩy gỉ điện hóa.

II - CHẤT TẨY GỈ THƯỜNG DÙNG

1. H_2SO_4

Ở nhiệt độ thường, sự hòa tan lớp oxy kim loại trong dung dịch H_2SO_4 yếu. Nâng cao nồng độ dung dịch cũng không nâng cao rõ rệt khả năng ăn mòn của H_2SO_4 . Khi nồng độ H_2SO_4 trên 40% ; khả năng hòa tan của sắt oxyt giảm đi rõ rệt, khi nồng độ lớn hơn 60% lớp oxyt hầu như không hòa tan. Khả năng ăn mòn nền sắt thép của H_2SO_4 nóng mạnh, bóc đi được lớp oxyt dày. Nhưng nhiệt độ cao quá, gây ăn mòn kim loại nền, gây giòn hydro. Vì thế chỉ gia nhiệt 50 - 60°C, không vượt quá 75°C, đồng thời phải cho thêm chất làm chậm. Chi tiết sắt thép, tẩy ở nồng độ H_2SO_4 10 - 20% (thể tích), nhiệt độ 40°C. Khi nồng độ $FeSO_4$ đạt đến 215 g/l (hàm lượng Fe vượt quá 80 g/l) phải thay thế dung dịch mới.

Dung dịch H_2SO_4 dùng để tẩy sắt thép, đồng và hợp kim đồng. Hỗn hợp H_2SO_4 và HNO_3 nâng cao độ bóng và làm giảm tốc độ ăn mòn của HNO_3 với nền đồng, nền sắt.

2. HCl

Ở nhiệt độ thường, sự hòa tan lớp oxyt kim loại trong dung dịch HCl mạnh, nhưng hòa tan lớp kim loại nền yếu. Tẩy trong axit HCl gây ít ăn mòn kim loại nền và giảm giòn hydro. Ở nhiệt độ thường tẩy được nhiều kim loại trong axit HCl. Khi nồng độ và nhiệt độ thích hợp, tốc độ ăn mòn trong HCl cao gấp 1,5 - 2 lần trong H_2SO_4 . Ở nhiệt độ thường, tẩy trong HCl có nồng độ 20-80%, có khi tẩy trong HCl đặc.

HCl bốc hơi rất mạnh, vì vậy để ăn mòn thiết bị, ô nhiễm môi trường phải có thiết bị hút độc tốt.

3. HNO_3

HNO_3 là thành phần quan trọng trong dung dịch ăn mòn bóng. Hỗn hợp HNO_3 và HF để tẩy lớp oxyt trên chì, thép không gỉ, hợp kim nền niken, nền sắt nền coban.v.v... Hỗn hợp HNO_3 và H_2SO_4 tẩy bóng đồng và hợp kim đồng.

4. HF

HF có thể hoà tan hợp chất có silic, hoà tan lớp oxyt của nhôm, crôm. Vì vậy HF dùng để tẩy chi tiết vật đúc, thép không gỉ, vật liệu đặc biệt v.v... Nhưng HF rất độc, bay hơi mạnh, khi dùng phải cẩn thận, không tiếp xúc với da.

5. H_3PO_4

H_3PO_4 có tác dụng ăn mòn kém, vì vậy để tăng cường ăn mòn, cần phải tăng nhiệt. Ưu điểm của tẩy trong H_3PO_4 là khi còn dính một ít dung dịch H_3PO_4 trên bề mặt chi tiết, tạo thành lớp màng bảo vệ muối photphat không hoà tan, H_3PO_4 dùng để tẩy lớp gỉ mối hàn, cấu kiện trước khi sơn.

Hỗn hợp của H_3PO_4 với HNO_3 , H_2SO_4 , CH_3COOH hoặc CrO_3 với tỷ lệ nhất định dùng để tẩy bóng nhôm, đồng, sắt thép v.v...

III - CHẤT LÀM CHẬM

Dung dịch tẩy gỉ cho thêm chất làm chậm, có thể phòng ngừa kim loại nền bị ăn mòn nhiều, tránh hiện tượng giòn hydro. Nhưng chất làm chậm tạo màng mỏng trên bề mặt, vì vậy phải rửa sạch, nếu không độ bám chắc không tốt.

Chất làm chậm thường là chất hữu cơ, đa số là hợp chất hữu cơ có nitơ hoặc lưu huỳnh trong thành phần cấu tạo. Thí dụ như thiourê, upotropin v.v...

IV - THÀNH PHẦN VÀ CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA DUNG DỊCH TẨY THƯỜNG DÙNG

1. Thành phần và chế độ làm việc dung dịch tẩy sắt thép xem bảng 7.1 và 7.2.
2. Thành phần và chế độ làm việc dung dịch tẩy điện hoá sắt thép xem bảng 7.3.
3. Thành phần và chế độ làm việc dung dịch tẩy đồng và hợp kim đồng xem bảng 7.4.
4. Thành phần và chế độ làm việc dung dịch tẩy kẽm và hợp kim kẽm xem bảng 7.5.
5. Thành phần và chế độ làm việc dung dịch tẩy nhôm và hợp kim nhôm xem bảng 7.6.
6. Thành phần và chế độ công nghệ tẩy thép chịu nhiệt và thép không gỉ.

Thép chịu nhiệt và thép không gỉ qua dập mỏng, hàn hoặc nhiệt luyện sinh ra lớp oxy hoá kín khít, khó tan, để tẩy lớp oxy hoá và để phòng kim loại nền ăn mòn, tẩy thép chịu nhiệt và thép không gỉ bao gồm các công nghệ làm bỏ lớp oxyt, tẩy, làm sạch mủn. Thành phần và chế độ công nghệ dung dịch tẩy thép chịu nhiệt và thép không gỉ xem bảng 7.1.

Bảng 7.1. Thành phần và chế độ làm việc dung dịch tẩy sắt thép

Hàm lượng (g/l) Tên	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
H ₂ SO ₄	120-250	100-200		150-250		600-800	30-50		75%		5-10%
HCl		100-200	150-380			5-15					
HNO ₃					800-1200	400-600					
HF									25%		
H ₃ PO ₄							200-300	80-120			
CrO ₃											
NaOH										50-100	
NaCl				100-200							
Chất làm chậm	0,3-0,5	0-0,5						0,1			
Nhiệt độ (°C)	50-70	40-60	thường	40-60	≤45	≤50	thường	70-85	thường	70-80	thường
Thời gian phút	≤60	5-20	1-5	5-20	3-10	3-10	2-5	5-15			
Mật độ dòng điện (A/dm ²)										(anốt) 2-5	0,5-2

Bảng 7.2. Công nghệ chủ yếu tẩy gỉ sắt thép

Công nghệ Ký hiệu dung dịch Loại chi tiết	Tẩy gỉ thông thường	Tẩy gỉ bóng hoặc tẩy gỉ mạnh	Tẩy mủn ăn mòn	Tẩy nhẹ	Xử lý khác
Chi tiết bề mặt bóng gỉ ít	3		7 hoặc 10	11	Chi tiết dập có thể quá 5 hoặc 6
Thép cacbon thấp có lớp oxyt	1 hoặc 2, 4	5 hoặc 6		11	
Thép cacbon cao, trung bình hoặc thép hợp kim có lớp oxyt	2 hoặc 3	6	10	11	

Ký hiệu dung dịch Loại chi tiết	Công nghệ	Tẩy gỉ thông thường	Tẩy gỉ bóng hoặc tẩy gỉ mạnh	Tẩy mùn ăn mòn	Tẩy nhẹ	Xử lý khác
Chi tiết có lớp oxyt dày			5 hoặc 6	7 hoặc 10	11	
Chi tiết chịu lực hoặc lò xo có lớp oxyt	3			10	11	Có thể lặp lại công nghệ 3 ÷ 10, chi tiết nhỏ có thể quay bóng thay thế 10
Lò xo có lớp đồng trên bề mặt	3			7 ÷ 10	11	Thời gian cần rút ngắn cho thêm 6-10 g/l urotropin
Chi tiết đúc	9			10	11	Trước khi tẩy, cần phun hoặc quay bóng

Bảng 7.3. Thành phần và chế độ làm việc của dung dịch tẩy điện hóa sắt thép

Loại tẩy gỉ và pha chế Hàm lượng (g/l)	Tẩy gỉ điện hóa anốt					Tẩy gỉ điện hóa catốt	
	1	2	3	4	5	6	7
Thành phần và chế độ							
H ₂ SO ₄	200-250	150-250	10 - 20			40 - 50	100-150
FeSO ₄ 7H ₂ O			200-300				
HCl					10	25 - 30	
FeCl ₂					150		
NaCl		30 - 50	50 - 60		50	20 - 22	
FeCl ₃				75			
CaCl ₂				50			
Nhiệt độ (°C)	20-60	20 - 30					
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	5-10	2 - 5	5 - 10	20 - 30	5 - 10	7 - 10	3 - 10
Nguyên liệu điện cực	Catốt sắt hoặc chì					Anốt chì hoặc hợp kim chì - Antimol	
Thời gian (phút)		10 - 20					10 - 15

Bảng 7.4. Thành phần và chế độ công nghệ dung dịch tẩy đồng và hợp kim đồng

Loại tẩy và pha chế	Tỷ lệ						Tẩy bóng					Ăn mòn nhẹ			
							Đồng và hợp kim đồng thông thường	Đồng - thiếc Đồng - kẽm Đồng-phospho	Đồng - kẽm - Đồng-kẽm-niken	Đồng và đồng hợp kim mỏng					
	1	2	3	4	5	6									
Thành phần và chế độ															
H ₂ SO ₄ (1,84)	10-30%	10-15%	100	25%	1 V	900	50%	600-800	10-20	100	5-10%				
HNO ₃ (1,41)				12,5%	1 V		25-30%	300-400	10-15%						
HCl (1,19)					0,02 V		0,3-0,5%					10-20%			
K ₂ Cr ₂ O ₇										50					
FeSO ₄			100												15-20
NaCN															
NaNO ₃						100									
NaCl						0,5-1		3-5							
H ₃ PO ₄									50-60%						
CH ₃ COOH									25-40%						
CrO ₃									100-200						
Na ₂ Cr ₂ O ₇		15-30													
H ₂ O						50 ml/l	Còn lại								
Nhiệt độ (°C)		thường	40-50	thường	thường	thường	<30	≤ 45	20-60	thường	thường	thường	thường	thường	
Thời gian (giờ)						10-30	1-3								

Bảng 7.5. Thành phần và chế độ công nghệ dung dịch tẩy kẽm và hợp kim kẽm

Loại tẩy và pha chế	Tẩy bóng					Tẩy nhẹ	
	1	2	3	4	5	6	7
Hàm lượng (g/l)							
Thành phần và chế độ							
H ₂ SO ₄	2 – 4						0,25 – 1%
HNO ₃				10 – 20			
CrO ₃	100–150		240–600		200–300		
HCl							
Na ₂ SO ₄					15 – 30		
NaOH		100–200				5 – 10%	
Nhiệt độ (°C)	thường	thường		thường			
Thời gian (phút)	0,5 – 1	0,1–1		<1			

Bảng 7.6. Thành phần và chế độ công nghệ dung dịch tẩy nhôm và hợp kim nhôm

Loại tẩy và pha chế	Tẩy thông thường							Tẩy nhẹ	
	Nhôm và hợp kim nhôm có hàm lượng đồng cao				Nhôm hợp kim có nhiều magiê				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hàm lượng (g/l)									
Thành phần và chế độ									
H ₂ SO ₄									
HNO ₃	50%	10–30%	15%			400–800	75%		
HCl								3 – %	
HF		1–3%					25%		
CrO ₃					65				
NaOH				50–200					
H ₂ O		89 – 63%							
Nhiệt độ (°C)		thường	80–90	60–80	60–70	thường	thường	thường	thường
Thời gian (phút)		0,1–0,3	0,1–0,3	2–3	0,5–2	3–6	0,1–0,5	0,5–1	0,5–1

Bảng 7.7. Thành phần và chế độ làm việc tẩy thép chịu nhiệt và thép không gỉ

Loại tẩy và pha chế Hàm lượng	Làm bỏ lớp oxy hóa					Tẩy							Làm sạch mún		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Thành phần và chế độ															
NaOH		600-800	600-800	80-100									500-600		
NaNO ₃			250-350												
KMnO ₄				20-50											
H ₂ SO ₄ (1,84)						40-60	250-300								
HCl (1,18)					300-500	130-150	120-150			130-150	50-60				
HNO ₃ (1,41)								250-300	60-90						
HF (37%)								50-60	20-50	3-5					
H ₂ O ₂ (30%)											15-25 ml/l				
CrO ₃															
NaCl												100-200			
Chất làm chậm												4-6			
Mật độ catốt (A/dm ²)		5-10													
Nhiệt độ (°C)	Thường	140-150	100-120	80-105	Thường	Thường	50-60	Thường	Thường	Thường	Thường	Thường	Thường	90-100	
Thời gian (phút)	30-60	10-15	30-60	10-15	20-40	30-40	30-60	20-50	20-40		0,5-1	5-10			

V – TẨY DẦU, TẨY GỈ ĐỒNG THỜI

Khi chi tiết có dầu không nhiều, để đơn giản công nghệ, giảm thiết bị, có thể tẩy dầu, tẩy gỉ . Pha thêm vào chất tẩy chất nhũ hoá mạnh (thí dụ như chất nhũ hoá OP₁₀), như vậy có thể đạt mục đích tẩy dầu, tẩy gỉ đồng thời.

Thành phần và chế độ công nghệ dung dịch tẩy dầu, tẩy gỉ đồng thời xem bảng 7.8.

Bảng 7.8. Thành phần và chế độ công nghệ dung dịch tẩy dầu, tẩy gỉ đồng thời.

<div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg);"> Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ </div>	1	2	3	4
HCl (1,18)	300	950 – 960	185	
H ₂ SO ₄ (1,84)	100	35 – 45		250 – 300
Chất nhũ hóa OP	20	1 – 2	5 – 7,5	9 – 10
Thiourê				5
C ₁₂ H ₂₅ SO ₄ Na	30	3 – 5	5	
Nhiệt độ (°C)	10 – 40	80 – 95	50 – 60	60 – 65
Thời gian (phút)	5 – 10	Tẩy đến hết	Tẩy đến hết	Tẩy đến hết

ĐÁNH BÓNG ĐIỆN HOÁ VÀ ĐÁNH BÓNG HOÁ HỌC

I - ĐÁNH BÓNG ĐIỆN HOÁ

1. Khái niệm

Đánh bóng điện hoá là quá trình gia công chi tiết ở anot trong dung dịch đặc biệt, được bề mặt bằng phẳng, bóng đẹp. Khi đánh bóng điện hoá, trên bề mặt chi tiết hình thành lớp màng thụ động hoá, ion kim loại hoà tan khuếch tán qua màng này. Mật độ dòng điện ở những điểm lồi lớn hơn ở những điểm lõm, tốc độ hoà tan nhanh, vì thế được bề mặt bằng phẳng. Nhưng bề mặt bằng phẳng không nhất thiết có độ bóng đẹp, do đó cần chú ý chọn điều kiện thao tác hợp lý.

So với đánh bóng cơ khí, đánh bóng điện hoá có những ưu điểm như sau:

- Đánh bóng cơ khí là quá trình gia công tạo mặt phẳng bóng, khi mài cắt biến hình bề mặt chi tiết. Như vậy bề mặt chi tiết có lớp biến hình cứng, đồng thời còn lẫn một số hạt mài đánh bóng. Đánh bóng điện hoá là quá trình gia công tạo mặt phẳng bóng, khi hoà tan điện hoá, không có hiện tượng biến hình bề mặt và không có tạp chất. Trong quá trình điện phân có oxy thoát ra, vì vậy trên bề mặt đánh bóng hình thành lớp màng oxy hoá.

- Đánh bóng điện hoá có tính chọn lọc với nguyên liệu nền, thí dụ hợp kim nhiều pha hoà tan không đều, do đó bề mặt không bằng phẳng, vật đúc có nhiều tạp chất, khó đánh bóng, vết sâu không thể đánh bóng bằng phẳng. Trong khi đó đánh bóng cơ khí yêu cầu đối với nguyên liệu nền thấp hơn nhiều.

- So với đánh bóng cơ khí, đánh bóng điện hoá những chi tiết có hình dáng phức tạp, chi tiết là giầy, bản móng v.v... dễ hơn nhiều.

- Năng suất lao động đánh bóng điện hoá cao hơn đánh bóng cơ khí, phương pháp thao tác dễ dàng.

Chi tiết sau khi đánh bóng điện hoá có những thay đổi như sau:

- Nâng cao tính phản quang bề mặt chi tiết.

- Trên bề mặt chi tiết có lớp oxy hóa khi đánh bóng điện hoá, vì thế nâng cao tính chống gỉ.

- Đánh bóng điện hoá hòa tan lớp màng cứng khi gia công nguội, do đó làm giảm độ cứng bề mặt chi tiết.

- Làm giảm độ thô bề mặt, vì thế giảm hệ số ma sát.

– Do loại bỏ lớp cứng bề mặt, đánh bóng điện hóa tấm tôn silic làm cho độ dẫn từ cao hơn 10 – 15%, tổn thất từ trở giảm đi 10 – 12%.

Đánh bóng điện hóa còn làm tăng tuổi thọ của dao, nhìn thấy được những khiếm khuyết như vết nứt, tạp chất, rỉ v.v... trên bề mặt, loại bỏ bavaria trên chi tiết.

2. Đánh bóng điện hóa nhôm và hợp kim nhôm

a) Dung dịch tính kiềm

Dung dịch này sử dụng mật độ dòng điện thấp, tốc độ hòa tan kim loại nền nhỏ; chủ yếu để nâng cao độ bóng của chi tiết nhôm qua đánh bóng cơ khí, khuyết điểm của nó là tiêu hao nhanh, nhạy với tạp chất, ăn mòn nhất định với kim loại nền, sau khi đánh bóng xong phải oxy hóa mới nâng cao tính chống gỉ. Thành phần và chế độ công nghệ xem bảng 8.1. Các dung dịch đều dùng catốt là thép.

Bảng 8.1. Thành phần và chế độ công nghệ đánh bóng điện hóa nhôm và hợp kim nhôm, dung dịch tính kiềm

<i>Pha chế</i> <i>Hàm lượng (g/l)</i>	1	2	3	4
<i>Thành phần và chế độ</i>				
Na_2CO_3	150	350 – 380	300	200
$\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	50	130 – 150	65	20
NaOH		3 – 5	10	
Muối tatarat $\text{M}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$			30	
Na_2SiF_6				70
Nhiệt độ (°C)	80 – 90	94 – 98	70 – 90	85
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	3 – 5	8 – 12	2 – 8	2 – 5
Điện thế (V)	12 – 15	12 – 25		
Thời gian (phút)	5 – 8	6 – 10	3 – 8	10 – 12

b) Dung dịch gốc photphoric

Dung dịch này hòa tan kim loại nền cao, tác dụng làm bằng phẳng tốt, chi tiết không cần đánh bóng cơ khí. Sau khi điện hóa trên bề mặt hình thành màng oxyt có tính chống gỉ, nếu yêu cầu tính chống gỉ không cao, không cần tiến hành oxy hóa. Dung dịch này được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp. Thành phần và chế độ công nghệ của nó xem bảng 8.2. Nguyên liệu làm catốt là chì hoặc thép không gỉ.

Bảng 8.2. Thành phần và chế độ công nghệ dung dịch gốc photphoric đánh bóng nhôm và hợp kim nhôm

Hàm lượng (g/l) / Thành phần và chế độ	1	2	3	4	5	6	7	8 (*)
H ₃ PO ₄ 85%	86-88	60	60-70	43	36	400 ml	600ml	75
H ₂ SO ₄ 98%			30-50	43	36	60ml	400ml	7
CrO ₃	14-12	20	6-8	3	4			
C ₂ H ₆ O ₂						400ml		
C ₃ H ₈ O ₃							10ml	15
HF 40%								3
H ₂ O		20	4-7	11	24	140ml		
Tỷ trọng (g/cm ³)	1,70-1,72		1,65-1,70					
Nhiệt độ (°C)	70-80	60-65	60-80	70-80	70-90	85-95	70-80	thường
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	15-20	40	15-75	30-50	20-40	15-25	20-30	7,8
Điện áp (V)	12-15			12-15	12-15			
Thời gian (phút)	1-3	3	5-10	2-5	2-5	5-7	3-5	5-10
Tính thích hợp	Al tinh khiết Al-Mg Al-Mg-Si	Nhôm có Cu 3% Mg 1,5% Ni 1% Fe 1%	Al tinh khiết Al-Mg Al-Mn Al-Cu	Nhân tinh khuyết Al-Cu	Al tinh khiết Al-Mg Al-Mn	Al tinh khiết và nhiều loại hợp kim	Al tinh khiết và nhiều loại hợp kim	Nhôm đúc có Silic

Chú ý (*): Sau khi đánh bóng điện hóa, rửa trong NaOH 5%, sau đó rửa nước để phòng độ bóng giảm đi.

Dung dịch được ứng dụng nhiều nhất là dung dịch có H₃PO₄, H₂SO₄ và CrO₃. Khi Cr⁺⁶ khử thành Cr⁺³, tích lũy đến một lúc nào đó làm cho độ bóng giảm đi, có thể sử dụng phương pháp điện phân để oxy hóa Cr⁺³ thành Cr⁺⁶.

Cần khống chế hàm lượng ion clo trong dung dịch, khi vượt quá 1% thì chi tiết dễ bị ăn mòn. Khi hàm lượng Al vượt quá 5% phải thay thế từng phần hoặc toàn bộ dung dịch.

3. Đánh bóng điện hóa đồng và hợp kim đồng

Dung dịch gốc photphoric: Hiện nay trong công nghiệp đều dùng dung dịch này. Thành phần và chế độ công nghệ của nó xem bảng 8.3.

Bảng 8.3. Thành phần và chế độ công nghệ dung dịch gốc photphoric đánh bóng đồng và hợp kim đồng

Hàm lượng Thành phần và chế độ	Pha chế					
	1	2	3	4	5	6
H_3PO_4 (85%)	700	765	420	670	470	350
H_2SO_4 (98%)				100	200	
$C_2H_6O_3$ (88%)		15				
CrO_3			60			
C_2H_5OH						620
H_2O	300	220	200	300	400	
Tỷ trọng (g/cm^3)	1,55–1,60		1,60–1,62			
Nhiệt độ ($^{\circ}C$)	20 – 40	18 – 30	20 – 40	20	20	20
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	8 – 25	15 – 50	30 – 50	10	10	2 – 7
Điện áp (V)				2,0 – 2,2	2,0 – 2,2	2 – 5
Thời gian (phút)	5 – 20	5 – 8	1 – 3	15	15	10 – 15

Pha chế 1: Đánh bóng đồng, đồng kẽm, đồng thiếc nhôm, đồng thiếc, đồng photpho.

Pha chế 2: Đánh bóng đồng và hợp kim đồng.

Pha chế 3: Đánh bóng đồng và đồng kẽm

Pha chế 4: Đánh bóng đồng và đồng thiếc (hàm lượng Sn nhỏ hơn 6%)

Pha chế 5: Đánh bóng đồng thiếc (hàm lượng Sn lớn hơn 6%)

Pha chế 6: Đánh bóng đồng chì (hàm lượng Pb 30%)

Khi pha mới dung dịch cần điện phân, để dung dịch có một số ion đồng, cải thiện hiệu quả đánh bóng.

Catốt bao bằng vải chịu axit, thường xuyên rửa bột đồng trên catốt, tránh làm bẩn dung dịch. Để nâng cao tính chống gỉ, sau khi đánh bóng điện hóa xong cần thụ động trong dung dịch $K_2Cr_2O_7$ 10% thời gian 1 phút.

4. Đánh bóng điện hóa sắt thép

Dung dịch gốc photphoric: Dung dịch gốc photphoric được ứng dụng rộng rãi, có nhiều loại pha chế, catốt là chì, thành phần và chế độ công nghệ xem bảng 8.4.

Bảng 8.4. Thành phần và chế độ công nghệ dung dịch gốc photphoric đánh bóng sắt thép

Hàm lượng Thành phần và chế độ	Pha chế							
	1	2	3	4	5	6	7	8
H ₃ PO ₄ (85%)	65-80	50-60	40-45	11	560ml/l	66-70	58	60-62
H ₂ SO ₄ (98%)	15-20	20-30	34-37	36	400ml/l		31	18-22
CrO ₃	5-6		3-4	10	50g/l	12-14		
C ₃ H ₆ O ₃				25				
Giê latin					7-8g/l			
C ₆ H ₁₂ O ₆							2	
H ₂ C ₂ O ₄ ·2H ₂ O								10-15
CS(NH ₂) ₂								8-12
EDTA Na ₂ ·2H ₂ O								1
H ₂ O	15-4	15-20	20-17	18		22-16	9	0-3
Tỷ trọng (g/cm ³)	1,70-1,84	1,64-1,75	1,65	>1,46	1,76-1,82	1,70-1,74		1,6-1,7
Nhiệt độ (°C)	60-90	50-60	70-80	40-80	55-65	75-80	60-70	thường
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	20-60	20-100	40-70	10-30	20-50	20-30	2,7-6,5	10-25
Điện áp (V)		6-8			10-20		7-8,5	
Thời gian (phút)	1-5	10	5-15	3-10	4-5	10-15	10	10-30

Pha chế 1: Đánh bóng thép cacbon, thép hợp kim thấp và thép không gỉ, dung dịch được sử dụng nhiều nhất.

Pha chế 2: Đánh bóng thép không gỉ 1 Cr 18Ni 9Ti

Pha chế 3: Đánh bóng thép không gỉ 1 Cr 13, cũng có thể đánh bóng niken, nhôm.

Pha chế 4: Đánh bóng thép không gỉ, chất lượng trung bình, thời gian sử dụng dài.

Pha chế 5: Đánh bóng thép không gỉ, chất lượng đánh bóng tốt thời gian sử dụng dài, đánh bóng những chi tiết chính xác.

Pha chế 6: Đánh bóng thép cacbon, thép hợp kim thấp, thép hợp kim cao, khuấy có thể cải thiện chất lượng đánh bóng.

Pha chế 7: Đánh bóng thép thường, thép hợp kim có hàm lượng niken 3,75%, crôm 1,4%; mangan 1,75%.

Pha chế 8: Đánh bóng thép cacbon, thép khuôn có mangan, niken. Nguyên nhân chủ yếu làm dung dịch đánh bóng xấu đi là do sự tích lũy Cr^{+3} và Fe^{+3} . Khi hàm lượng Cr^{+3} vượt quá 1,5% cần phải xử lý dung dịch. Phương pháp xử lý là cho catốt vào trong ống sứ có nhiều lỗ, trong ống có H_2SO_4 10% catốt là chì, với mật độ dòng điện catốt $7 - 10 \text{ A/dm}^2$, mật độ dòng điện anốt $4 - 5 \text{ A/dm}^2$, nhiệt độ $20 - 40^\circ\text{C}$, điện thế $10 - 12 \text{ V}$ tiến hành xử lý dung dịch, trên anốt Cr^{+3} oxy hóa thành Cr^{+6} , điện lượng 16 KWh tạo thành 16g CrO_3 . Khi hàm lượng Cr^{+3} nhỏ hơn 0,8% thì sử dụng bình thường.

Khi hàm lượng Fe^{+3} vượt quá 7%, dung dịch mất tác dụng đánh bóng, lúc đó phải thay từng phần hoặc toàn bộ dung dịch.

II - ĐÁNH BÓNG HÓA HỌC

1. Khái niệm

Tiến hành đánh bóng chi tiết trong dung dịch không có dòng điện gọi là đánh bóng hóa học. Cơ chế đánh bóng hóa học chưa có lý luận thống nhất.

So với đánh bóng điện hóa, đánh bóng hóa học không cần nguồn điện và giá treo; có thể đánh bóng các chi tiết có hình dáng phức tạp, có kích thước khác nhau, năng suất cao v.v... Nhưng có khuyết điểm là thời gian sử dụng ngắn, điều chỉnh dung dịch khó, có khí độc hại, chất lượng đánh bóng thấp hơn đánh bóng điện hóa.

Đánh bóng hóa học chủ yếu để gia công trạng sức chi tiết.

2. Đánh bóng hóa học nhôm và nhôm hợp kim

Dung dịch gốc photphoric được dùng rộng rãi trong công nghiệp. Có hai loại: một loại là dung dịch hàm lượng H_3PO_4 cao hơn 700 ml/l, một loại là dung dịch hàm lượng H_3PO_4 400 - 600 ml/l. Dung dịch đầu tiên đánh bóng hóa học trên bề mặt đã đánh bóng cơ khí, có độ bóng bề mặt tương đương với đánh bóng điện hóa. Nó có thể đánh bóng được nhôm tinh khiết và nhôm hợp kim hàm lượng Zn không cao hơn 8%, hàm lượng Cu không cao hơn 4%. Khả

năng đánh bóng dung dịch sau kém hơn dung dịch trước, chỉ đánh bóng được nhôm tinh khiết có hàm lượng nhôm lớn hơn 99,5%.

Thành phần và chế độ công nghệ của dung dịch này xem bảng 8.5. Cho $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ hoặc $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ có thể không chế bay hơi chất oxy hóa nito. Pha chế 5 đánh bóng nhôm rèn có hàm lượng silic cao.

Bảng 8.5. Thành phần và chế độ công nghệ dung dịch gốc photphoric đánh bóng nhôm và hợp kim nhôm

Pha chế Hàm lượng (ml/l) Thành phần và chế độ	1	2	3	4	5	6	7
H_3PO_4 (85%)	800	805	850	700	750	500	440
H_2SO_4 (98%)	100					400	60
HNO_3 (65%)	60	35	50	100	70	100	48
CH_3COOH			100				
HF (38%)					40		
$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$				200g/l			
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$							0,2 g/l
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$							44 g/l
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	30						31 g/l
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	90–110	80	80–100	80–90	80–90	100–115	100–120
Thời gian (phút)	1–2	0,5–5	2–5	3–5	0,5	Nhiều phút	2–3

Nhôm và nhôm hợp kim sau khi đánh bóng rất dễ bị ăn mòn và biến màu, vì vậy có thể tiến hành thụ động hóa trong dung dịch sau:

(1) HNO_3 80 – 1200 g/l (510 – 850 ml/l), nhiệt độ thường, thời gian 10 – 30 giây

(2) Cr^{+6} : 1 – 7 g/l pH 1,2 – 2,2 (cũng có thể dùng nước rửa thu hồi crôm) nhiệt độ thường, thời gian 8 – 15 giây.

3. Đánh bóng hóa học đồng và hợp kim đồng

Thành phần và chế độ làm việc của dung dịch đánh bóng hóa học đồng và hợp kim đồng xem bảng 8.6.

**Bảng 8.6. Thành phần và chế độ làm việc của dung dịch đánh bóng
hóa học đồng và hợp kim đồng**

Pha chế	1	2	3	4	5	6	7	8
Hàm lượng (mM)								
Thành phần và chế độ								
H ₃ PO ₄ (85%)	550			400-480				
HNO ₃ (65%)	180	50-60		150-180	40-80		400	
C ₂ H ₄ O ₂	270		30-40				600	
H ₂ SO ₄ (98%)			100	100-140	400-500	390		3-5
H ₂ O ₂ (30%)		430-470	140-160					
C ₂ H ₅ OH		60-70	40-60					10-15
CO(NH ₂) ₂		2		32-36g/l	40-60g/l	1 g/l		
C ₁₃ H ₃₃ N ₃ O						0,2-0,3g/l		
C ₈ H ₈ O ₇ H ₂ O								80-100g/l
Poliglicola (M>6000)					1-2g/l			
R-O(CH ₂ CH ₂ O) _n H					0,002- 0,004 g/l			
Chất nhũ hóa OP								10-15
Hóa chất khác				(NH ₄) ₂ SO ₄ 150-180 g/l HCl 0,8-15	 gielatín 1-2g/l	NH ₄ NO ₃ 100g/l NH ₄ Cl 35g/l	CuCl ₂ 30 g/l K ₂ Cr ₂ O ₇ 50 g/l	Thiourea 8-12 g/l
Nhiệt độ (°C)	thường	20-45	20-45	20-50	<40	thường	20-50	50-65
Thời gian (phút)	1-2	0,5-1,5	0,5-1,5	5-10 giây	15-30giây		5-10 giây	3-5

Pha chế 1: Đánh bóng đồng, đồng kẽm.

Pha chế 2 - 3: Đánh bóng đồng kẽm, chất độc hại ít.

Pha chế 4 - 6: Hạn chế ít nhất NO₂ bay ra, cải thiện môi trường.

Pha chế 7: Dùng rộng rãi khi đánh bóng hợp kim có lượng Sn lớn hơn 5% thay thế 1/3 C₂H₄O₂ bằng H₂SO₄, nâng cao chất lượng đánh bóng.

Pha chế 8: Đánh bóng chi tiết chính xác, độ thô bề mặt thấp.

4. Đánh bóng hóa học sắt thép

Thành phần và chế độ công nghệ đánh bóng hóa học sắt thép xem bảng 8.7.

Bảng 8.7. Thành phần và chế độ công nghệ đánh bóng hóa học sắt thép

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế				
	1	2	3	4	5
HNO ₃ (65%)	130-140				100 ml/l
H ₂ SO ₄ (98%)	100-110		0,5	0-10 phần	300ml/l
H ₃ PO ₄ (85%)				90-100 phần	600ml/l
H ₃ PO ₄ (P ₂ O ₅ 72 - 75%)					
HCl (37%)					
H ₂ O ₂ (30%)		70-80	230		
NH ₄ FHF ₂		20	50		
CO(NH ₂) ₂		20	20		
C ₆ H ₅ COOH		1-1,5			
CrO ₃					5-10
Thuốc nhuộm vàng chanh					
Axít	5-10				
Chất nhũ hóa OP-10	2	0,05	0,2		
pH		2,1	2		
Nhiệt độ (°C)	70-75	15-30	15-40	180-250	120-140
Thời gian (phút)	2-5	0,5-2	0,5-2		<10

Pha chế 2 - 3: Đánh bóng thép cacbon trung bình và thấp.

Pha chế 4: Đánh bóng thép cacbon, dung dịch đậy kín để không bị hút nước.

Pha chế 5: Đánh bóng thép cacbon trung bình và thấp, thép hợp kim thấp.

Đánh bóng hóa học thép không gỉ xem bảng 8.8.

Bảng 8.8. Thành phần và chế độ công nghệ đánh bóng hóa học thép không gỉ

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế					
	1	2	3	4	5	6
H ₂ SO ₄ (98%)	100–110				260–270	
HNO ₃ (65%)	60–65	45–55ml/l	132	65	70–80	
HCl (37%)	40–50	45–55ml/l	60		30–40	
H ₃ PO ₄ (85%)		150ml/l		250		
H ₂ C ₂ O ₄ 2H ₂ O						180–200
HF(40%)			25			
Poliglicola (M<6000)		35		40		
Thuốc nhuộm vàng chanh axit	5–10				5–10	
C ₇ H ₆ O ₉ S2H ₂ O		3,5				
C ₆ H ₅ O ₂ N		3,5–4				
C ₈ H ₁₂ N ₄			2			
C ₆ H ₁₅ NO ₃				10		
C ₁₀ H ₈ N ₂				3		
Polyacrylamide						
C ₂ H ₅ OH						
CS(NH ₂) ₂						10–15
Chất nhũ hóa OP – 10 ml/l	2–3				2–3	5–10
Nhiệt độ (°C)	70–85	90–95	< 40	80–90	55–65	50–60
Thời gian (phút)	2–5	1–3	3–10	8–5	5–6	3–5

Pha chế 1 – 2: Đánh bóng thép không gỉ

Pha chế 3 – 4: Đánh bóng chi tiết có bề mặt thô

Pha chế 5: Đánh bóng thép không gỉ crôm hàm lượng cacbon thấp.

Pha chế 6: Đánh bóng hiệu quả tốt, có thể thay thế H₂C₂O₄ bằng C₆H₈O₇.

XỬ LÝ BỀ MẶT NHỮNG KIM LOẠI KHÁC NHAU

I – XỬ LÝ BỀ MẶT SẮT THÉP

1. Khái niệm

Đối với mạ, sắt thép có thể phân thành 4 loại:

a) *Thép cacbon thấp và thép hợp kim thấp*: Hàm lượng cacbon và hàm lượng hợp kim của những loại thép này thấp, bề mặt tương đối đồng nhất, không cần qua bước xử lý đặc biệt nào.

b) *Thép cacbon cao*: Hàm lượng cacbon của loại thép này cao, sau khi tẩy trên bề mặt, sinh ra hợp chất cacbon chính là mùn, trước khi mạ cần phải làm sạch.

c) *Thép cường độ cao, thép lò xo*: Độ giòn hydro của những loại thép này rất nhạy, khi xử lý bề mặt cần biện pháp chống giòn hydro.

d) *Thép đúc*: Hàm lượng cacbon rất cao, trong quá trình xử lý bề mặt sinh ra rất nhiều mùn, trước khi mạ cần phải làm sạch.

Xử lý bề mặt sắt thép không chỉ liên quan đến nguyên liệu mà còn quan hệ với trạng thái bề mặt, chủng loại mạ v.v... Để quyết định quy trình xử lý bề mặt cần căn cứ vào đặc điểm chi tiết mà chọn quy trình hợp lý được trình bày dưới đây.

2. Quy trình xử lý bề mặt

(1) Xử lý bề mặt thông thường

a) *Tẩy dầu mỡ trước*: Những chi tiết có nhiều dầu mỡ, thuốc đánh bóng v.v... cần phải tẩy dầu mỡ trước. Nếu dầu mỡ nhiều, tiến hành tẩy dầu bằng dung môi hữu cơ hoặc tẩy dầu hóa học. Nội dung chọn lọc quy trình theo chương 6. Cần chú ý, chi tiết sau khi đánh bóng cần phải tiến hành tẩy dầu ngay, nếu không thuốc đánh bóng dính vào bề mặt rất khó tẩy đi.

b) *Nhiệt luyện khử ứng lực*: Để đề phòng thép cường độ cao và thép lò xo trong quá trình mạ sinh ra giòn hydro, trước khi mạ cần phải tôi ở nhiệt độ thấp hơn $10 - 25^{\circ}\text{C}$, thời gian trên 3 giờ, để khử ứng lực. Nếu không biết nhiệt độ tôi là bao nhiêu, có thể đặt ở nhiệt độ $180 - 200^{\circ}\text{C}$, thời gian trên 3 giờ. Những chi tiết thép mỏng, hàm lượng cacbon cao, đã gia công nguội để đề phòng khi mạ thấm hydro gây nứt, có thể xử lý khử ứng lực ở nhiệt độ $180 - 200^{\circ}\text{C}$, thời gian 0,5 - 3 giờ.

(2) Tẩy dầu mỡ

Sau khi tiến hành tẩy dầu mỡ trước, có thể tiến hành tẩy dầu hóa học và tẩy dầu điện hóa (đã trình bày ở chương 6). Cần chú ý chi tiết thấm hydro không được tiến hành tẩy dầu catốt.

(3) Tẩy gỉ

Những chi tiết có lớp oxy hóa hoặc có điểm gỉ phải tiến hành tẩy gỉ. Căn cứ vào mức độ lớp oxy hóa và gỉ trên bề mặt, chủng loại nguyên liệu v.v... mà chọn quy trình tẩy (chương 7). Những chi tiết bị giòn hydro không dùng phương pháp tẩy axit mà dùng phương pháp phun cát, đánh bóng, quay bóng v.v...

(4) Tẩy mùn

Sau khi tẩy, bề mặt chi tiết có mùn và đồng tiếp xúc có thể tẩy đi bằng phương pháp tẩy dầu anốt hoặc các phương pháp (đã trình bày ở chương 7).

(5) Tẩy nhẹ

Qua các bước công nghệ trên, bề mặt đã tương đối sạch, cần thêm bước tẩy nhẹ để hoạt hóa bề mặt.

Có thể tẩy nhẹ trong H_2SO_4 hoặc HCl với hàm lượng 50 – 100 ml/l, nhiệt độ thường, thời gian 0,5 – 2 phút.

(6) Trung hòa

Để đề phòng lượng axit còn lại trên bề mặt chi tiết, khi đưa vào bể mạ xianua sinh ra khí HCN độc hại, cần phải trung hòa trong dung dịch Na_2CO_3 có hàm lượng 30 – 100 g/l, nhiệt độ thường, thời gian 10 – 20 giây.

Nếu các bước trên đều làm tốt mà không đưa vào bể mạ được thì phải ngâm chi tiết trong dung dịch $NaOH$ 15 – 30 g/l hoặc dung dịch tẩy tính kiềm, sau đó làm lại từ bước 5.

(7) Mạ trước

Điện thế sắt thép tương đối âm nên khi đưa vào dung dịch mạ nào đó, sắt thép bị hòa tan gây ra phản ứng trao đổi, tạo ra lớp mạ bám không chắc, do đó phải mạ trước để tránh hiện tượng này xảy ra. Lấy thí dụ khi mạ đồng lên sắt thép trong bể mạ đồng sunfat, trước khi mạ đồng trong dung dịch axit phải dùng phương pháp mạ đồng trong dung dịch xianua hoặc mạ niken v.v...

II – XỬ LÝ BỀ MẶT ĐỒNG VÀ HỢP KIM ĐỒNG

1. Khái niệm

So sánh với sắt thép, bề mặt đồng và hợp kim đồng không có gì khác biệt, chủ yếu chỉ có hai điểm sau đây:

(1) Giòn hydro của đồng và hợp kim đồng không nhạy, không cần dùng phương pháp khử hydro.

(2) Trong thành phần đồng và hợp kim đồng thường không cho những nguyên tố phi kim loại để hình thành mùn, đồng thời trong dung dịch tẩy có khả năng khử mùn mạnh; do đó chi tiết sau khi tẩy không cần phải xử lý mùn.

Trong đồng hợp kim, ngoài đồng thiếc, đồng kẽm chì, phương pháp xử lý của các hợp kim khác giống như đồng tinh khiết.

2. Quy trình xử lý bề mặt

(1) Xử lý thông thường

Giống như sắt thép; chi tiết có nhiều dầu hoặc thuốc đánh bóng cần phải tẩy dầu trước. Những bề mặt không cần mạ phải cách điện bề mặt. Công nghệ tẩy dầu theo quy trình chương 6.

(2) Tẩy dầu

Tẩy dầu hóa học hoặc tẩy dầu điện hóa theo quy trình chương 6.

(3) Tẩy gỉ

Tiến hành tẩy gỉ đồng và hợp kim đồng theo phương pháp chương 7, để tẩy lớp oxy hóa hoặc điểm gỉ trên bề mặt chi tiết.

Hợp kim đồng thiếc qua xử lý nhiệt luyện cần phải làm bỏ lớp oxy hóa trong dung dịch NaOH: 450 – 550 g/l, nhiệt độ 100 – 130°C, thời gian 0,5 – 1 giờ. Sau đó tẩy theo quy định.

Hợp kim đồng kẽm, chì, tẩy trong dung dịch H_2SO_4 tạo thành $PbSO_4$ không tan làm cho lớp mạ nhiều lỗ hoặc bong. Vì vậy cần tiến hành tẩy ở nhiệt độ thường trong dung dịch HNO_3 hoặc HF có nồng độ trung bình.

(4) Tẩy nhẹ

Ngoài hợp kim đồng kẽm chì, còn tất cả đồng và đồng hợp kim đều tẩy nhẹ trong dung dịch H_2SO_4 50 – 100 ml/l hoặc HCl 100 – 200 ml/l, nhiệt độ thường, thời gian 0,5 – 2 phút.

Hợp kim đồng kẽm chì tẩy nhẹ trong dung dịch HF 20 – 50 ml/l hoặc HNO_3 100 – 200 ml/l, ở nhiệt độ thường.

Trong trường hợp mạ trong dung dịch flo – borat, đồng và hợp kim đồng đều phải tẩy nhẹ trong dung dịch HF 80 – 100 ml/l không qua rửa, đưa ngay vào bề mạ.

(5) Trung hòa

Giống như chi tiết sắt thép, khi mạ trong dung dịch đồng xianua, chi tiết đồng và đồng hợp kim sau khi tẩy nhẹ cần phải trung hòa trong Na_2CO_3 30 – 300 g/l, nhiệt độ thường, thời gian 10 – 20 giây.

III – XỬ LÝ BỀ MẶT NHÔM VÀ NHÔM HỢP KIM

1. Khái niệm

Chi tiết nhôm và hợp kim nhôm sau khi mạ, có thể nâng cao độ cứng bề mặt, chịu mài mòn, tăng độ dẫn điện, cải thiện tính hàn, gắn tốt với cao su v.v... Ngoài ra còn nâng cao độ bóng, đặc tính quang học, tính bôi trơn v.v...

Vì nhôm dễ tạo thành lớp oxy hóa tự nhiên, điện thế rất âm, trong dung dịch dễ bị ăn mòn, dễ sinh ra phản ứng trao đổi với kim loại mạ, làm độ bám chắc không tốt. Để đảm bảo lớp mạ bám chắc, dùng phương pháp chủ yếu như sau:

(1) Loại bỏ lớp oxy hóa tự nhiên, để phòng sự hình thành tiếp sau trước khi mạ (như phương pháp nhúng kẽm, tẩy trong HCl v.v...)

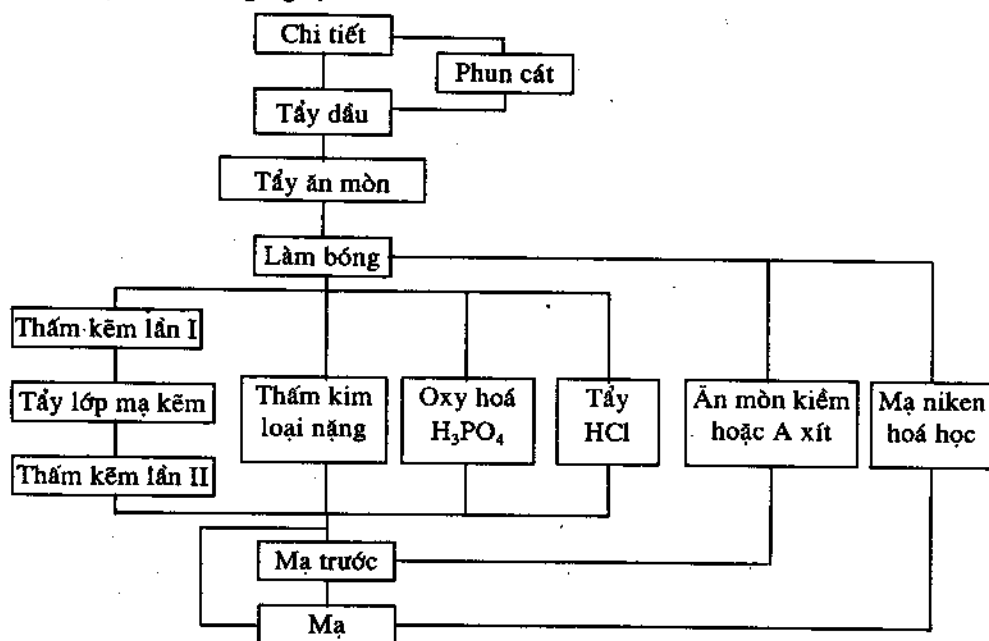
(2) Hình thành lớp màng oxy hóa nhân tạo có cấu tạo đặc biệt, nâng cao độ bám chắc với lớp mạ (như oxy hóa trong dung dịch axit photphoric).

(3) Pha dung dịch xử lý thích hợp, có thể mạ trực tiếp trong dung dịch đặc biệt, không có phản ứng trao đổi, lớp mạ bám chắc tốt.

Vì nhôm và nhôm hợp kim có nhiều loại, cùng một hợp kim nhưng ở trạng thái nhiệt luyện khác nhau, do đó rất khó tìm ra công nghệ xử lý bề mặt thông dụng cho các trạng thái bề mặt, cấu tạo kim tương khác nhau.

2. Quy trình công nghệ

Quy trình công nghệ xem hình 9.1



Hình 9.1. Quy trình công nghệ mạ nhôm và nhôm hợp kim

3. Xử lý bề mặt

Dùng công nghệ nào cũng phải xử lý bề mặt chi tiết sạch.

(1) Tẩy dầu mỡ

Những chi tiết gia công cơ khí, trước tiên phải rửa sạch bằng xăng hoặc chất hoạt động bề mặt, sau đó tiến hành tẩy dầu mỡ hóa học theo bảng 9.1.

Bảng 9.1. Thành phần và chế độ công nghệ tẩy dầu mỡ hóa học nhôm và nhôm hợp kim

<div> <div>Pha chế</div> <div>Hàm lượng (g/l)</div> </div>			
	1	2	3
Thành phần và chế độ			
NaOH	15 – 20		
Na ₂ CO ₃	40 – 50	40 – 60	25
Na ₃ PO ₄ ·12H ₂ O	25 – 30	40 – 60	
Na ₂ SiO ₃		20 – 30	
Nhiệt độ	60 – 80	50 – 70	60 – 80
Thời gian (phút)	0,5 – 1	15 – 30	10 – 30

Dung dịch không có NaOH không ăn mòn nền, dùng thích hợp đối với chi tiết có bề mặt tinh, chính xác.

(2) Ăn mòn

Để tẩy chất bẩn, lớp oxy hóa và một số hợp kim ảnh hưởng tới chất lượng lớp mạ cần phải tiến hành xử lý ăn mòn.

a) Tẩy lớp oxy hóa: Nhôm hợp kim sau khi nhiệt luyện dùng phương pháp gia công cơ khí hoặc tẩy lớp oxy hóa (theo bảng 9.2). Những chi tiết độ chính xác không cao có thể tiến hành xử lý trong dung dịch ăn mòn kiềm.

Bảng 9.2. Thành phần và chế độ công nghệ tẩy lớp oxy hóa hợp kim nhôm

<div> <div>Pha chế</div> <div>Hàm lượng</div> </div>		
	1	2
Thành phần và chế độ		
H ₂ SO ₄ (98%) ml/l	100	Pha chế 3, 4 trong bảng 9.3
CrO ₃ (g/l)	35	
Nhiệt độ (°C)	70 – 80	
Thời gian (phút)	3 – 5	
Sử dụng	Nhôm rèn	Nhôm đúc

b) **Ăn mòn kiểm:** Mục đích để tẩy chất bẩn và lớp oxy hóa, thành phần và chế độ như sau:

NaOH: 50 – 100 g/l

Nhiệt độ: 50 – 60°C

Thời gian: 0,5 – 1 phút

c) **Ăn mòn trong H_2SO_4 nóng:** Đối với Al – Mg hoặc Al – Mg – Si sau khi ăn mòn kiểm, tiến hành xử lý trong dung dịch dưới đây để khử đi hợp kim có hại còn lưu lại trên bề mặt chi tiết.

H_2SO_4 (98%): 150 ml/l

Nhiệt độ: 80°C

Thời gian : 2 – 5 phút

(3) Làm bóng

Loại bỏ mùn trên bề mặt chi tiết sau khi tẩy ăn mòn, thành phần và chế độ công nghệ xem bảng 9.3.

Bảng 9.3. Thành phần và chế độ công nghệ làm bóng nhôm và hợp kim nhôm

Pha chế	1	2	3	4	5
Hàm lượng (ml/l)					
Thành phần và chế độ					
HNO_3 (65%)	500	500–700	500	750	
HF (48%)			100	250	
H_2SO_4 (98%)					100
NH_4HF_2		50 – 120 g/l			
H_2O_2 (30%)					50
Nhiệt độ (°C)	thường	thường	thường	thường	thường
Thời gian (phút)	0,5 – 1	0,5 – 1	3 – 10 giây	3 – 5 giây	0,5 – 1
Sử dụng	Nhôm tinh khiết Al – Mn	Al và Al hợp kim	Al – Si	Al – Si	Al và Al hợp kim

4. Làm sạch bề mặt những chi tiết hàn

(1) Rửa nước nóng

Điểm hàn có tính ăn mòn, vì vậy phải rửa nước nóng ở nhiệt độ 60 – 80°C.

(2) Tẩy xỉ hàn

Công nghệ tẩy như sau:

CrO ₃ :	60 g/l
Na ₂ SiF ₆ :	10 g/l
NaHSO ₄ H ₂ O:	30 g/l
Nhiệt độ:	20 – 60°C
Thời gian:	3 – 6 phút

(3) Ăn mòn kiểm

Theo công nghệ ăn mòn kiểm thông thường.

(4) Ăn mòn axit

Ăn mòn axit các loại nguyên liệu hàn xem bảng 9.4, nhiệt độ thường, thời gian 5 – 6 giây.

Bảng 9.4. Chế độ ăn mòn axit các nguyên liệu hàn khác nhau

Hàm lượng (%) thể tích	Nguyên liệu hàn	Al - Zn	Al - Si - Zn	Al - Mg - Si - Be	Al - Si - Ge
		Thành phần và chế độ			
HNO ₃ (65%)		1	3	2	3
HF (48%)			1	0,3	1
H ₂ SO ₄ (98%)				1	
CH ₃ COOH (36%)					1
H ₂ O		1			

5. Xử lý trung gian

Sau khi đã xử lý sạch bề mặt nhôm và nhôm hợp kim, căn cứ vào nguyên liệu và lớp mạ khác nhau mà tiến hành thấm kẽm, thấm kim loại nặng, oxy hóa dung dịch H₃PO₄ hoặc ăn mòn trong HCl để được lớp mạ tốt.

(1) Thấm kẽm

Đây là phương pháp xử lý trung gian được dùng rộng rãi nhất. Khi thao tác nhúng chỉ tiết vào trong dung dịch muối kẽm, đồng thời tẩy đi lớp màng oxy hóa thiên nhiên còn tạo được lớp màng kẽm bám chắc, kín khít. Thành phần và chế độ xem bảng 9.5.

Thông thường, lớp mạ thấm kẽm lần thứ nhất thô có nhiều lỗ, độ bám chắc không tốt, do đó phải hòa tan trong dung dịch HNO₃ 500 ml/l, sau đó

thấm kẽm có thể tiến hành trong cùng một bể, hoặc tiến hành trong thùng đặc trước, thùng loãng sau.

Điều kiện thao tác dung dịch đặc rộng, nhưng độ nhớt cao, dung dịch mất đi nhiều, rửa chi tiết khó. Đối với dung dịch loãng thì ngược lại.

Pha chế dung dịch: cho kẽm oxyt hòa tan trong NaOH đặc nóng, trong thùng riêng hòa tan $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ và FeCl_3 rồi đổ vào.

Bảng 9.5. Thành phần và chế độ công nghệ thấm kẽm nhôm và hợp kim nhôm

Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3	4	5 ^(*)
NaOH	500	300	120	50	200-300
ZnO	100	75	20	5	
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$					80-100
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$					60-80
$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	10	10	50	50	100-120
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1	1	2	2	
NaNO_3			1	1	
NaF		1			
Chất hoạt hóa					3-5
Nhiệt độ (°C)	15-27	10-25	20-25	20-25	18-25
Thời gian phức	0,5-1	0,5-1	<0,5	<0,5	0,5-1

(*) Lớp thấm kẽm có hàm lượng niken 10 - 20% hỗn hợp, làm loãng đến thể tích quy định, để nguội đến nhiệt độ thường, có thể sử dụng được.

(2) Thấm kim loại nặng

Khuyết điểm chủ yếu của lớp mạ thấm kẽm là trong môi trường ăn mòn ẩm ướt, lớp kẽm là lớp catốt, bị ăn mòn, làm cho lớp mạ bị bong ra. Để khắc phục khuyết điểm này, có thể thấm kim loại nặng. Công nghệ của nó xem bảng 9.6.

Phương pháp pha chế dung dịch thấm niken kẽm như sau: trong thùng chất dẻo cho HF, sau đó cho H_3BO_3 khuấy đến khi hòa tan hoàn toàn, vừa khuấy vừa cho ZnO ở dạng bột nhão, sau khi hòa tan cho niken cacbonat tính kiểm điều chỉnh pH 3 - 3,5, sau đó cho nước đến mức quy định.

Bảng 9.6. Thành phần và chế độ công nghệ thấm kim loại nặng nhôm và hợp kim nhôm

<div>Thấm lớp Hàm lượng (g/l) mạ</div>	Thiếc ^(*)	Sắt	Niken	Niken kẽm
Thành phần và chế độ				
Na ₂ SnO ₃ ·3H ₂ O	65			
NiCl ₂ ·6H ₂ O bão hòa			970–980ml/l	
3Ni(OH) ₂ ·2NiCO ₃ ·4H ₂ O				
FeCl ₃ ·6H ₂ O		20		
KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O	3			Điều chỉnh pH 3 +3,5
NaOH	4			
HF (40%)				175 – 180 ml/l
ZnO			40	60–70
HCl (37%)		16 – 17 ml/l		4 – 5 ml/l
Nhiệt độ (°C)	15–25			
Thời gian (phút)	0,5			

(*) Sau khi nhúng thiếc không cần rửa, có thể mạ hợp kim đồng thiếc trước trong dung dịch xianua.

Chi tiết nhôm đúc khi thấm kẽm sinh ra độ bám chắc không tốt, vì thế dùng công nghệ thấm kim loại nặng, chế độ công nghệ xem bảng 9.7.

Bảng 9.7. Thành phần và chế độ công nghệ thấm kim loại nặng nhôm đúc

<div>Kim loại Hàm lượng (g/l) nặng</div>	niken	niken	đồng
Thành phần và chế độ			
NiCl ₂ ·6H ₂ O	350 – 520	400 – 500	
H ₃ BO ₃	30 – 50	30 – 40	
HF (40%)	20 – 30 ml/l	20 – 40 ml/l	
HCl (37%)	5 – 10 ml/l		
CuCl ₂ ·2H ₂ O			12
KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O			28
NaOH			5
Nhiệt độ (°C)	thường	thường	thường
Thời gian (phút)	10 – 15 giây	0,5 – 1,5	20 – 30

(3) Oxy hóa dung dịch H_3PO_4

Phương pháp này tạo thành màng oxy hóa có nhiều lỗ, ngăn cản kết tủa tiếp xúc của kim loại trong bể mạ, nâng cao độ bám chắc lớp mạ. Phương pháp này không thích hợp với nhôm tinh khiết, nhôm đúc, chi tiết có hình dáng phức tạp. Công nghệ như sau:

H_3PO_4 (85%)	300 – 420 g/l
H_2SO_4 (98%)	1 g/l
$H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$	1 g/l
$C_{12}H_{25}SO_4Na$	1 g/l
Nhiệt độ	25°C
Mật độ dòng điện anốt	1 – 2 A/dm ²
Điện thế	30 – 60 V
Thời gian	10 – 15 phút

(4) Ăn mòn HCl

Chi tiết là nhôm và nhôm hợp kim có hàm lượng silic 0,1% khi ăn mòn axit HCl, nhôm hòa tan còn lại hợp chất silic nhôm hoặc nguyên tố hợp kim khác, làm cho nhôm dễ bị oxy hóa thành nhôm khó bị oxy hóa, do đó được lớp mạ bám chắc. Công nghệ như sau:

HCl (36%)	128 g/l
Nhiệt độ	24 – 27°C
Thời gian	xem bảng 9.8.

Bảng 9.8. Thời gian ăn mòn HCl của nhôm và nhôm hợp kim

Nhãn hiệu nhôm	Nhôm công nghiệp	LF6	LF21	LC4	LY12	Nhôm đúc
Thời gian ăn mòn (phút)	1–3	3	5–7	0,5	0,5	0,5

Sau khi ăn mòn, bề mặt nhôm có màu trắng đến màu tối đen, tùy theo thành phần hợp kim.

Ưu điểm là công nghệ này đơn giản, thích hợp với nhiều loại nguyên liệu.

6. Mạ lót trước

Để đảm bảo lớp mạ bám chắc, sau khi đã xử lý các giai đoạn trên, cần phải mạ lót trước, có mấy loại lớp mạ như sau:

(1) Mạ lót đồng

Có thể mạ lót đồng trong dung dịch pirophốt phát hoặc dung dịch xianua dưới đây, lúc đầu dùng dòng điện cao thời gian 1 – 2 phút, sau đó mạ với dòng điện bình thường 3 – 10 phút.

CuCN :	42 g/l
NaCN tổng:	50 – 55 g/l
NaCN tự do:	5,7 g/l
KNaC ₄ H ₄ O ₆ 4H ₂ O:	60 g/l
Na ₂ CO ₃ :	30 g/l
Nhiệt độ:	40 – 55°C
PH:	10,2 – 10,5

Lúc đầu mạ với mật độ dòng điện 2,6 A/dm², thời gian 2 phút sau đó mạ mật độ dòng điện 1,3 A/dm², thời gian 3 – 5 phút.

(2) Mạ lót niken

Mạ lót niken trong dung dịch trung tính, công nghệ xem bảng 9.9.

Bảng 9.9. Thành phần và chế độ công nghệ mạ lót niken nhôm và nhôm hợp kim

Thành phần và chế độ	Hàm lượng (g/l)
NiSO ₄ 7 H ₂ O	140
(NH ₄) ₂ SO ₄	35
NiCl ₂ 6 H ₂ O	30
Natri citrat	140
Natri gluconat	30
pH	6,8 – 7,2
Nhiệt độ (°C)	50 – 65
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	2
Thời gian (phút)	5

Khi đã mạ lót xong, có thể trực tiếp mạ các lớp mạ khác theo yêu cầu.

Nếu mạ crôm cứng, kẽm, đồng kẽm trên nhôm và nhôm hợp kim, sau khi thấm kẽm không cần mạ lót, nhưng phải có điện khi nhúng xuống bể.

7. Mạ trực tiếp

Khi mạ trực tiếp trên nhôm và nhôm hợp kim thường tiến hành phun cát, để nâng cao độ bám chắc. Sau đó tẩy dầu và làm bóng trong HNO₃, sau khi xử lý trong dung dịch nào đó có thể đưa vào bể mạ.

(1) Mạ đồng

Sau khi nhúng chi tiết trong dung dịch H₂SO₄ 150 – 250 g/l, nhiệt độ thường, thời gian 0,5 – 1 phút có thể mạ đồng trong dung dịch dưới đây:

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	30 – 50 g/l
$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	120 – 145 g/l
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	60 – 100 g/l
Nhiệt độ	50 – 60°C
pH	7,5 – 8,0
Mật độ dòng điện	1,2 – 1,7 A/dm ²

Khuấy bằng không khí nén, có thể mạ ở nhiệt độ thường, nhưng mật độ dòng điện không lớn hơn 1 A/dm².

Phương pháp mạ trực tiếp khác là trong dung dịch mạ đồng axit có thành phần thích hợp, trước tiên tiến hành oxy hóa, để bề mặt hình thành màng oxy hóa nhiều lỗ xốp, sau đó đổi chiều dòng điện mạ đồng trên lớp màng oxy hóa. Đặc điểm của phương pháp này là có lớp màng oxy hóa dày, nâng cao tính chống gỉ của chi tiết: Công nghệ giản đơn có thể áp dụng cho nhôm tinh khiết, tất cả các loại nhôm và nhôm hợp kim. Khi oxy hóa, bề mặt thô vì vậy không áp dụng cho chi tiết có độ thô thấp. Công nghệ của nó như sau:

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	160 – 200 g/l
H_2SO_4 (98%)	90 – 110 g/l
Chất phụ gia ET	0,5 – 0,8 ml/l
Chất phụ gia M	0,1 – 0,2 ml/l
Nhiệt độ	25 – 30°C
Mật độ dòng điện anốt	1 – 2,5 A/dm ²
Thời gian	30 – 60 phút
Mật độ dòng điện catốt	0,2 – 2 A/dm ²
Thời gian	15 – 20 phút

(2) Mạ niken

Sau khi nhúng chi tiết vào trong dung dịch Na_2CO_3 : 10 g/l, Na_3PO_4 12 H₂O 10 g/l, thời gian 10 – 20 giây, nhiệt độ 60°C có thể mạ niken trong dung dịch $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ sau đây:

$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	200 g/l
$\text{Ni}(\text{BF}_4)_2$	66 g/l
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1 g/l
H_3BO_3	20 g/l
Nhiệt độ	65 – 75°C
pH	1,0
Mật độ dòng điện	2 – 3 A/dm ²

Chú ý: nếu hàm lượng Cl^- cao, kim loại nền bị ăn mòn.

(3) Mạ crôm

Chi tiết sau khi phun cát, tẩy dầu mỡ, làm bóng, không cần xử lý nào khác, có thể mạ crôm trong bể mạ crôm thông thường (khi cho vào bể mạ phải có điện). Thời gian đầu 2 – 4 phút dùng dòng điện đột kích lớn.

8. Mạ trực tiếp niken hóa học

Chế độ công nghệ mạ trực tiếp niken hóa học xem bảng 9.10.

Bảng 9.10. Thành phần và chế độ công nghệ mạ niken hóa học nhôm và nhôm hợp kim

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế		
	1	2	3
$\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	23		
$\text{NiCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$		21	30
$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	24	12	7,5
$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$	27		
$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$	20		
$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		45	72
NH_4Cl		30	48
$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 25%		50	13 ml/l
pH	4,7	9 – 10	10
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	95 – 97	78 – 82	82 – 88

Pha chế 1: Trước tiên mạ dòng điện $1,6 \text{ A/dm}^2$ thời gian 30 giây sau đó mạ hóa học. Sau khi mạ nhiệt luyện ở nhiệt độ 165°C , thời gian một giờ.

Pha chế 2: Dùng cho nhôm LY12.

IV – XỬ LÝ BỀ MẶT NIKEN VÀ HỢP KIM NIKEN

1. Khái niệm

Mạ trên nền niken, thường là lớp mạ trên nền lớp mạ niken, thường có bốn trường hợp sau:

(1) Lớp mạ niken vừa mới mạ xong đang ở bể mạ hoặc trong bể nước rửa, lớp mạ niken này có thể mạ trực tiếp nhưng khi mạ niken bóng cần tẩy nhẹ trong dung dịch axit HCl loãng.

(2) Lớp mạ niken vừa mới mạ xong nhưng đã sấy khô, nếu có dầu phải tẩy dầu, sau khi tẩy nhẹ trong axit loãng rồi mạ. Nhưng khi mạ Ni bóng phải tẩy mạnh.

(3) Lớp mạ sau khi đánh bóng hoặc gia công cơ khí cần phải tẩy dầu, tẩy nhẹ, hoạt hóa tốt mới tiến hành mạ.

(4) Lớp mạ niken sau khi tẩy crôm bằng cách điện phân anốt trong dung dịch kiềm, trên bề mặt có lớp oxy hóa cần phải xử lý hoạt hóa tốt mới được lớp mạ bám chắc.

Đối với với hợp kim niken khi gia công cơ khí cần phải tẩy dầu mỡ và hoạt hóa tốt mới được lớp mạ bám chắc.

2. Phương pháp hoạt hóa

Sau khi tẩy dầu mỡ niken và hợp kim niken, cần phải hoạt hóa theo chế độ công nghệ bảng 9.11.

Bảng 9.11. Thành phần và chế độ công nghệ hoạt hóa, mạ lót niken và hợp kim niken

<i>Pha chế</i> <i>Hàm lượng (g/l)</i> <i>Thành phần và chế độ</i>	1	2	3	4	5	6	7	8
H ₂ SO ₄ (98%)	660 ml/l	165 ml/l			50-150 ml/l	150 ml/l		
HCl (37%)				30 ml/l	hoặc 100 - 500 ml/l			150 - 170 ml/l
NiCl ₂ · 6H ₂ O			45	240				
H ₃ PO ₄ (85%)						630 ml/l		
NiSO ₄ · 7H ₂ O			360					
H ₃ BO ₃			40					
NH ₂ SO ₃ H							100	
FeCl ₃ · 6H ₂ O								250 - 300
Nhiệt độ (°C)	< 30	20-25	thường	20 - 25	thường	45-55	thường	thường
Mật độ dòng điện anốt (A/dm ²)	10		2			15-20	10	
Thời gian (phút)	1		10		0,2-1		3	
Tẩy độ dày lớp mạ niken (micron)	0	1,3	~4	~1,3	~1,3	~1,3		1,5-2,0

Pha chế 1: Độ bóng giảm, tối, nhưng không ăn mòn kim loại nền, bề mặt trạng thái thụ động, rửa xong mất trạng thái thụ động, nhưng độ bám chắc không tốt.

Pha chế 2: Ăn mòn anốt với dòng điện 2A/dm^2 , thời gian 10 phút sau đó nâng lên 20A/dm^2 , thời gian 2 phút, sau đó hoạt hóa catốt với dòng điện 20A/dm^2 thời gian 2 – 3 giây, như vậy được lớp mạ bám chắc.

Pha chế 3: Độ pH = 2, không cần bể mạ lót riêng biệt, sau khi xử lý anốt chuyển thành catốt mạ niken, nhưng lớp mạ niken mỏng, gây nhiễm bẩn bể mạ niken.

Pha chế 4: Ăn mòn anốt với dòng điện 3A/dm^2 , thời gian 2 phút, sau đó cũng ở dòng điện trên mạ lót catốt 6 phút, xử lý hai lần ở hai bể mạ khác nhau, tránh nhiễm bẩn dung dịch.

Pha chế 5: Phương pháp ăn mòn nhẹ, dùng cho chi tiết có bề mặt mạ niken sạch và mới.

Pha chế 6: Phương pháp đánh bóng điện hóa nhưng cần phải xử lý catốt dung dịch kiềm và tẩy axit mới tiến hành mạ.

Pha chế 7: Hoạt hóa lớp mạ niken trong dung dịch sunfamat.

Pha chế 8: Hoạt hóa hợp kim niken.

Lớp mạ niken có thể hoạt hóa theo pha chế 1 – 7.

Hợp kim niken có thể hoạt hóa theo pha chế 2, 3, 4, 8.

3. Mạ lót niken

Mạ lót niken là công nghệ quan trọng để đảm bảo lớp mạ bám chắc tốt. Sau khi hoạt hóa niken và hợp kim niken cần phải mạ lót niken, pha chế theo công nghệ 3 – 4 (bảng 9-11), cũng có thể mạ lót niken trong dung dịch sau đây:

HCl (37%)	150 – 300 ml/l
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	200 – 250 g/l
Nhiệt độ	nhiệt độ thường
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	5 – 8
Thời gian (phút)	4 – 6

V – XỬ LÝ BỀ MẶT LỚP MẠ CRÔM TRÊN CRÔM

1. Khái niệm

Mạ crôm trên crôm chủ yếu dùng để mạ crôm những chi tiết có khuyết tật phải mạ lại hoặc bị mài mòn mạ phục hồi.

2. Công nghệ xử lý

(1) Xử lý bề mặt

Khi bề mặt có nhiều dầu phải tiến hành tẩy dầu bằng dung môi hoặc chất tẩy rửa, sau đó dùng giấy ráp mịn, đá mài bóng không dầu v.v... để loại bỏ chất bẩn và chất oxy hóa trên bề mặt.

(2) Tẩy dầu mỡ

Tiến hành tẩy dầu mỡ hóa học hoặc điện hóa giống như chế độ công nghệ tẩy dầu mỡ sắt thép. Nhưng khi tẩy dầu mỡ điện hóa, để phòng crôm hòa tan, chỉ được tẩy ở catốt. Lúc đó dung dịch phải sạch để tránh chất keo, tạp chất kim loại v.v... bám trên bề mặt kim loại.

(3) Hoạt hóa

Tiến hành ăn mòn anốt trong dung dịch CrO_3 225 g/l (có khi dùng dung dịch mạ crôm), nhiệt độ thường, điện áp 6V ăn mòn anốt 5 – 60 giây. Để khống chế chính xác thời gian ăn mòn, quan sát bề mặt chi tiết, bọt khí ra đồng đều là được. Khi bề mặt chi tiết đã lộ ra kim loại nền, hoặc khi mạ crôm nhanh, thời gian xử lý phải ngắn.

Có thể hoạt hóa bằng phương pháp khác trong dung dịch H_2SO_4 10%, glicerin 2%, oxy già 3%, nhiệt độ thường, ngâm trong thời gian 0,5 – 1 phút.

(4) Mạ crôm

Lúc đầu đưa vào điện áp 3V, sau đó tăng dần dòng điện, qua thời gian 0,5 đến 1 phút xuất hiện bọt khí, mạ với dòng điện bình thường, thời gian 5 phút.

Chương 10

GIÁ TREO GIA CÔNG BỀ MẶT

Trong quá trình mạ điện, tác dụng của giá treo là treo chi tiết vào trong dung dịch mạ, giá treo nối với điện cực, dòng điện phân bố đều trên chi tiết, mạ trên sản phẩm. Chọn giá treo thích hợp có ý nghĩa quan trọng để đảm bảo chất lượng lớp mạ, nâng cao năng suất lao động, giảm nhẹ cường độ lao động. Trong một số trường hợp khả năng phân bố dung dịch bị hạn chế, có thể nhờ giá treo để cải thiện khả năng phân bố.

Giá treo mạ phải có tính năng cơ khí tốt và tính năng dẫn điện tốt, trọng lượng nhẹ, diện tích nhỏ, kiên cố, tháo lắp chi tiết dễ dàng v.v...

I - GIÁ TREO MẠ

1. Hình dáng và cấu tạo

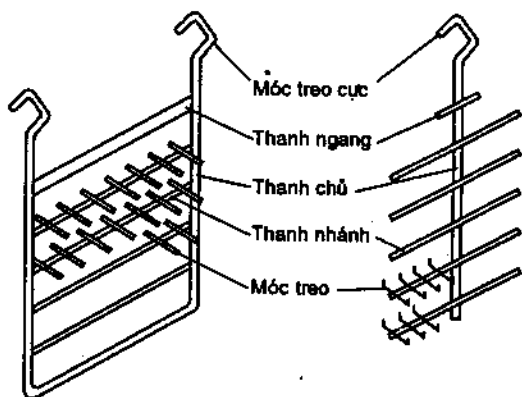
Hình dáng giá treo quyết định bởi hình dáng chi tiết, yêu cầu kỹ thuật mạ, công nghệ mạ và thiết bị mạ. Vì vậy giá treo thay đổi theo đơn vị sản xuất, hình thức có nhiều loại, nhưng bình thường có hai loại: (hình 10.1).

Hình 10.1a là loại giá treo ổn định, kiên cố, khó biến hình, treo được tải trọng lớn, có thể thao tác thủ công hoặc tự động. Hình 10.1b là loại giá treo, cấu tạo đơn giản, tiết kiệm nguyên vật liệu, trọng lượng nhẹ, tiết diện nhỏ, chế tạo dễ dàng.

Cấu tạo giá treo tương đối đơn giản gồm 5 bộ phận móc treo cực, thanh ngang, thanh chủ, thanh nhánh và móc treo sản phẩm.

2. Kích thước ngoài

Kích thước ngoài giá treo quyết định bởi độ lớn sản phẩm và thiết bị. Thiết kế kích thước ngoài của giá treo phải tận dụng triệt để dung tích có hiệu quả của thiết bị, để nâng cao năng suất lao động và đảm bảo chất lượng sản phẩm. Số liệu tham khảo để thiết kế hình dáng giá treo theo bảng 10.1.



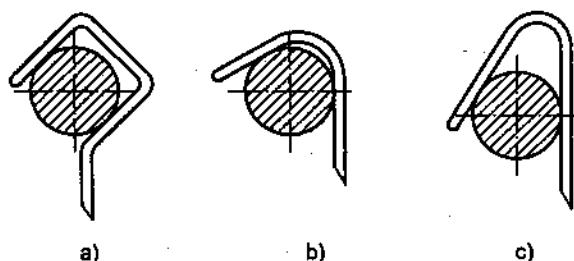
Hình 10.1. Hình thức và cấu tạo giá treo

Bảng 10.1. Số liệu tham khảo thiết kế hình dáng ngoài giá treo

Điều kiện tham khảo	Số liệu tham khảo (mm)
Khoảng cách phần dưới giá treo và đáy bể	150 - 200
Khoảng cách bề mặt dung dịch và miệng bể	100 - 150
Khoảng cách bề mặt dung dịch và sản phẩm mạ	40 - 60
Khoảng cách giữa hai giá treo	20 - 40
Khoảng cách giữa giá treo và thành bể phải trái	lớn hơn 50
Trọng lượng giá treo	1 - 3kg

3. Móc treo cực

Móc treo cực nối liền với thanh cực. Khi mạ nó dẫn điện đến giá treo và chi tiết mạ. Vì thế phải được chế tạo bằng nguyên liệu có tính dẫn điện tốt. Móc treo cực và thanh cực phải đảm bảo mặt tiếp xúc lớn và tiếp xúc tốt, bảo đảm dòng điện đi qua thuận lợi nhất. Móc treo cực thường nối với thanh chủ làm thành một khối, tạo thành giá treo. Móc treo cực có cường độ chịu lực tốt, chịu được trọng lượng giá treo và chi tiết mạ. Diện tích cắt ngang của nó tương đương với diện tích cắt ngang của thanh chủ giá treo. Giá treo làm bằng sắt thép, nên dùng móc treo cực là đồng hoặc đồng vàng, sau đó hàn với giá treo. Kích thước của móc treo cực thiết kế theo đường kính của thanh cực, để thao tác thuận lợi khi lấy ra và treo vào. Hình dáng thường dùng của móc treo cực trên hình 10.2.

**Hình 10.2. Móc treo cực thường dùng**

Dạng hình 10.2 a,b có thể dùng đồng tròn hoặc đồng bán để chế tạo. Dùng đồng bán làm móc cực, diện tích tiếp xúc với thanh cực lớn, dẫn điện tốt. Dạng hình 10.2c có thể dùng dây thép, dây đồng vàng uốn, chế tạo giản đơn, có tính đàn hồi. Sản phẩm có thể treo trực tiếp trên giá treo, dùng để mạ những chi tiết nhẹ và nhỏ.

4. Thanh ngang, thanh chủ và thanh nhánh

(1) Thanh ngang

Thanh ngang nằm ở phía trên và thẳng góc với thanh chủ, hàn trực tiếp với thanh chủ. Khi thao tác nhấc giá treo bằng thanh ngang. Khi giá treo trên bề mặt, thì vị trí thanh ngang cao hơn bề mặt dung dịch 80 mm. Thanh ngang

có tính bền cơ khí tốt, diện tích cắt ngang giống như thanh nhánh hoặc to hơn thanh nhánh một chút.

(2) Thanh chủ

Thanh chủ chịu trọng lượng của toàn bộ giá treo và sản phẩm mạ, dòng điện qua thanh chủ đến các thanh nhánh và sản phẩm mạ. Vì vậy, căn cứ vào nguyên liệu mà chọn hợp lý diện tích cắt ngang để bảo đảm giá treo có tính bền cơ khí và dẫn điện tốt. Nguyên liệu thanh chủ thường là đồng vàng hoặc đồng đỏ $\phi 6 - 8$ mm.

(3) Thanh nhánh

Thanh nhánh được hàn trực tiếp với thanh chủ, khi làm việc thanh nhánh chịu trọng lượng chi tiết, cho nên có tính bền cơ khí tốt. Nguyên liệu thanh nhánh thường là đồng vàng, đồng đỏ, sắt $\phi 4 - 6$ mm.

Dung lượng dòng điện của nguyên liệu giá treo xem bảng 10.2.

Bảng 10.2. Dung lượng dòng điện giá treo

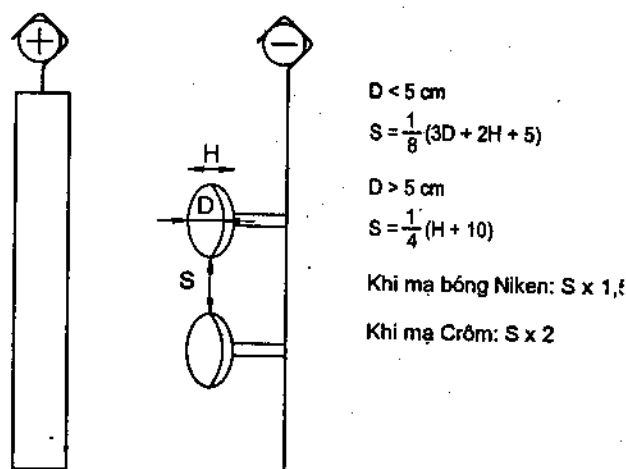
Đường kính (mm)	Nguyên liệu	Trong không khí			Trong dung dịch		
		Đồng	Đồng vàng	Sắt	Đồng	Đồng vàng	Sắt
1,0		24A	5A	3A	48A	10A	6A
1,4		36	7	4,5	72	14	9
1,6		42	8	5,2	84	16	10
2,0		60	12	7,5	120	24	15
2,6		80	16	10	160	32	20
3,2		100	20	12	200	40	24
4,0		130	26	16	260	52	32

5. Móc treo

Móc treo thường hàn trực tiếp trên thanh nhánh, có lúc hàn trên thanh chủ, dùng để treo hoặc kẹp sản phẩm. Nguyên liệu móc treo là dây thép, dây đồng v.v...

Mật độ phân bố móc treo trên giá phải phù hợp. Khoảng cách giữa các sản phẩm trên giá treo xem hình 10.3.

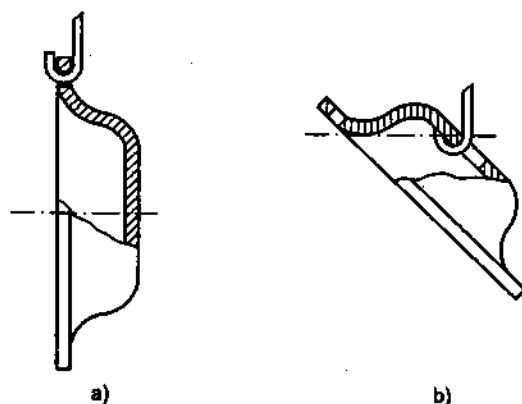
Phần lớn bề mặt chi tiết và bề mặt quan trọng của nó treo trên giá phải hướng vào anốt, tránh hiện tượng dãn ép.



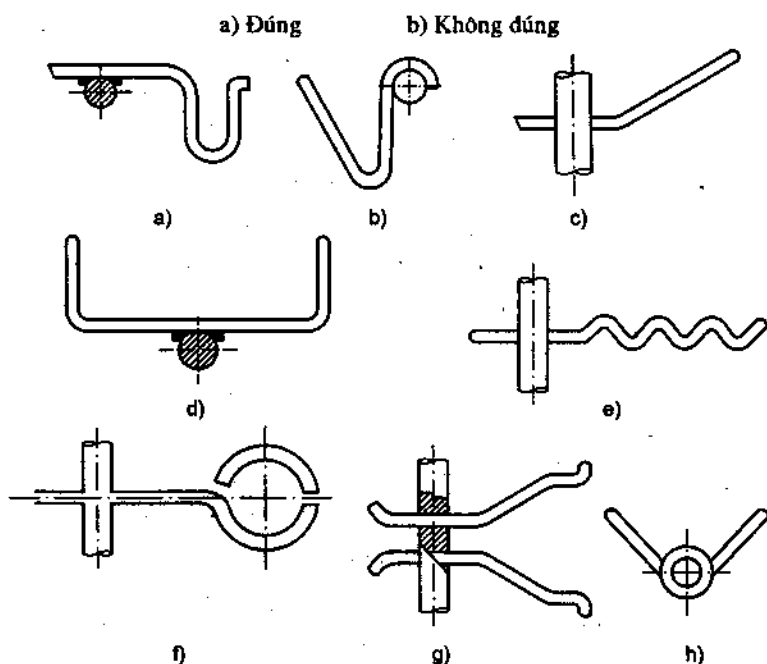
Hình 10.3. Khoảng cách giữa các sản phẩm trên giá treo

Khi sử dụng mật độ dòng điện nhỏ, dùng phương pháp treo tự nhiên, móc treo vào lỗ sản phẩm hoặc ở vị trí thích hợp, sản phẩm lay động nhưng không bị rơi, khi lắp giá treo có thể thay đổi điểm tiếp xúc. Khi sử dụng mật độ dòng điện cao thì dùng phương pháp kẹp chặt, lợi dụng tính đàn hồi của giá treo để kẹp một bộ phận nào đó của sản phẩm, nhờ áp lực tiếp xúc để dẫn điện. Dù treo sản phẩm bằng phương pháp nào cũng phải đảm bảo chất khí sinh ra trong quá trình mạ thoát ra dễ dàng, nếu không chất khí sinh ra sẽ tập trung ở phần nào đó tạo thành túi khí ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm. Những chi tiết mạ có lỗ không thông suốt hoặc có những phần lồi lõm, phần miệng của nó phải nghiêng hướng về phía trên. Hình 10.4a là vị trí treo đúng, hình 10.4b là vị trí treo không đúng.

Hình dáng móc treo và phương pháp treo quyết định bởi hình dáng sản phẩm mạ và điều kiện công nghệ mạ. Hình 10.5 là mấy loại móc treo để tham khảo khi làm giá treo.



Hình 10.4. Treo sản phẩm lồi lõm



Hình 10.5. Các loại móc treo thường dùng

6. Làn treo chỉ tiết nhỏ

Những chỉ tiết nhỏ có thể dùng phương pháp mạ quay. Nhưng do điều kiện hạn chế không thể dùng phương pháp mạ quay thì thường dùng dụng cụ là làn treo. Làn treo làm bằng dây đồng hoặc dây sắt, dưới đáy và xung quanh là mắt lưới kim loại, độ lớn của mắt lưới đảm bảo không cho những sản phẩm nhỏ lọt, rơi ra ngoài. Mắt lưới rộng một chút có lợi làm cho độ dày lớp mạ đồng đều. Để nâng cao chất lượng mạ, nâng cao tốc độ kết tủa có thể dùng tấm chất dẻo khoan lỗ thay thế mắt lưới kim loại bao xung quanh.

II – DỤNG CỤ TREO XỬ LÝ HÓA HỌC

Khi phốtphát hóa, oxy hóa thường tiến hành trong các giá treo. Trong điều kiện có thiết bị cầu treo, có thể dùng giỏ treo to để nâng cao năng suất lao động, giỏ treo không cần dẫn điện, làm bằng tôn khoan lỗ. Không dùng đồng và hợp kim đồng, vì đồng hòa tan trong dung dịch, làm bẩn dung dịch, ảnh hưởng đến chất lượng màng.

Khi oxy hóa nhôm, dùng giá treo là nhôm hoặc hợp kim nhôm, giá treo có tính đàn hồi tốt, kẹp chặt sản phẩm, để phòng chỗ tiếp xúc không tốt, tạo thành màng oxy hóa không dẫn điện, ảnh hưởng đến chất lượng màng.

Giỏ treo để tẩy axit rất dễ bị ăn mòn, vì vậy phải dùng nguyên liệu là kim loại không chịu ăn mòn hoặc dùng nguyên liệu là chất dẻo.

III – CHỌN NGUYÊN LIỆU GIÁ TREO

Chọn nguyên liệu giá treo phải chọn nguyên liệu phong phú, giá thành thấp, có độ bền cơ khí tốt, dẫn điện tốt, khó ăn mòn. Nguyên liệu thường dùng là thép, đồng, đồng vàng, đồng photpho.

Tính năng và phạm vi ứng dụng của nguyên liệu này xem bảng 10.3.

Bảng 10.3. Tính năng nguyên liệu và phạm vi ứng dụng của giá treo

Nguyên liệu	Tính năng	Phạm vi ứng dụng
Thép	Nguyên liệu phong phú, giá thành thấp, độ bền cơ khí cao, dẫn điện kém	Mạ mặt độ dòng điện nhỏ, phốt phát hóa, oxy hóa, tẩy axit v.v...
Đồng	Dẫn điện tốt, có thể chọn tiết diện mặt cắt ngang nhỏ. Dễ biến hình, giá thành cao	Dùng cho dòng điện lớn
Đồng vàng	Dẫn điện tốt, độ bền cơ khí cao, có tính đàn hồi nhất định giá thành cao	Dùng cho thanh chủ và thanh nhánh
Đồng photpho	Dẫn điện tốt, độ bền cơ khí cao, đàn hồi tốt, nguyên liệu hiếm, giá thành cao	Làm móc treo
Nhôm và hợp kim nhôm	Dẫn điện tốt, trọng lượng nhẹ, hợp kim nhôm có tính đàn hồi, nguyên liệu phong phú, tính ổn định hóa học trong axit, kiềm kém	Làm giá treo cho oxy hóa nhôm

IV – CÁCH ĐIỆN GIÁ TREO

Cách điện giá treo có nghĩa là ngoài những bộ phận yêu cầu dẫn điện tiếp xúc với giá treo, còn những phần khác dùng nguyên liệu phi kim loại bao hoặc phủ, làm cho nó không dẫn điện. Như vậy khi mạ, dòng điện tập trung vào chi tiết, tăng tốc độ kết tủa, nâng cao năng suất lao động, tiết kiệm nguyên liệu và tiêu hao điện năng. Khi tẩy lớp mạ giá treo và khi tẩy axit, làm giảm sự ăn mòn giá treo, kéo dài thời gian sử dụng giá treo. Vì vậy cách điện giá treo là công việc rất quan trọng.

1. Yêu cầu nguyên liệu cách điện

Mạ điện tiến hành trong các chất hóa học khác nhau và nhiệt độ khác nhau. Vì vậy nguyên liệu để cách điện giá treo rất quan trọng (bảng 10.4).

Bảng 10.4. Yêu cầu tính năng nguyên liệu cách điện giá treo

Tính năng	Yêu cầu
Tính ổn định hóa học	Ổn định đối với chất hóa học dùng trong mạ, không có tác dụng hóa học, không hòa tan, không phá hủy
Chịu nhiệt	Khi làm việc trong dung dịch nóng, lớp cách điện không nổi bọt, nứt, bong
Chịu nước	Ngâm lâu trong nước hoặc chịu ẩm ướt thời gian dài lớp cách điện vẫn tốt
Tính cách điện	Trong quá trình mạ, bộ phận cách điện không dẫn điện, không có lớp mạ
Độ bền cơ học và độ bám chắc	Có độ bền cơ học cao, trong quá trình sản xuất chỉ tiết mạ và chạm vào giá treo, không làm bong lớp cách điện

2. Phương pháp cách điện giá treo

(1) Phương pháp quấn

Thông thường dùng màng mỏng polietilen có độ rộng 10 – 20mm, độ dày 0,3 – 1mm, tiến hành quấn từ dưới lên trên những phần cách điện giá treo. Khi quấn phải kéo căng bằng cách điện và quấn từ từ vào giá treo, quấn lần thứ hai ép chặt vào chỗ tiếp giáp lần thứ nhất, sau đó buộc chặt bằng dây kim loại. Trên móc treo có thể lồng ống chất dẻo polietilen có kích thước phù hợp, còn để lại những phần cần tiếp xúc với sản phẩm.

Dùng màng mỏng polietilen để cách điện giá treo là phương pháp dùng rất phổ biến. Nhưng khi quấn, giữa màng mỏng chất dẻo và giá treo thường có khe hở, dung dịch dễ lưu lại trong đó, làm bẩn dung dịch, vì vậy việc sử dụng có hạn chế nhất định.

(2) Phương pháp nhúng vào sơn clovinyl chịu ăn mòn

Trước khi sơn giá treo cần phải tẩy dầu, tẩy gỉ, làm sạch dầu mỡ và lớp oxy hóa bám trên bề mặt để nâng cao độ bám chắc lớp sơn với giá treo. Giá treo được làm sạch và sấy khô; nhúng vào sơn clovinyl (G52 – 2) những phần cần cách điện được phủ lên lớp sơn, sau đó để khô trong không khí 10 – 20 phút. sau khi màng sơn thứ nhất khô, lại tiếp tục nhúng, số lần nhúng có quan hệ với công nghệ mạ, thông thường nhúng 5 – 10 lần là được. Sau khi màng sơn khô hoàn toàn, dùng dao để cạo lớp sơn có những chỗ móc treo cần tiếp xúc với sản phẩm mạ. Phương pháp cách điện như vậy đơn giản. Sơn clovinyl có tính ổn định hóa học tốt, chịu axit, chịu kiềm, nhưng chịu nhiệt kém, thường sử dụng ở nhiệt độ dưới 80°C.

Ngoài sơn clovinyl còn có các loại sơn khác như sơn polyvinyl, polyclovinyl v.v... sơn polyclovinyl chịu kiềm, chịu axit, chịu mài mòn tốt, đặc biệt có thể dùng ở nhiệt độ cao, bị va chạm.

PHẦN THỨ BA

MẠ ĐƠN KIM LOẠI

Chương 11

MẠ KẼM

I - KHÁI NIỆM

Kẽm là kim loại lưỡng tính, dễ hòa tan trong axit và trong kiềm. Trong không khí khô kẽm hầu như không thay đổi trong không khí ẩm ướt, bề mặt kẽm tạo thành lớp màng kẽm cacbonat tính kiềm. Trong không khí có khí SO_2 , H_2S , khí hậu miền biển độ bền ăn mòn kẽm, đặc biệt trong không khí có axit hữu cơ, ẩm ướt, nhiệt độ cao, lớp mạ kẽm rất dễ bị ăn mòn.

Điện thế tiêu chuẩn của kẽm là $-0,76\text{V}$, đối với nền sắt thép, kẽm là lớp mạ anốt, để phòng sắt thép khỏi bị ăn mòn, tính bảo vệ của nó có quan hệ rất lớn với độ dày lớp mạ.

Lớp mạ kẽm sau khi thụ động hóa, nhuộm màu hoặc sơn, nâng cao rõ rệt tính bảo vệ và trang sức. Mấy năm gần đây, do sự phát triển của công nghiệp mạ kẽm người ta sử dụng phương pháp mạ kẽm bóng, mục đích mạ kẽm bảo vệ đơn thuần chuyển sang mục đích mạ kẽm bảo vệ - trang sức.

Dung dịch mạ kẽm có hai loại: dung dịch mạ kẽm xianua và dung dịch không có xianua. Dung dịch xianua có mấy loại: dung dịch xianua nồng độ rất thấp, thấp, trung bình và cao. Dung dịch không có xianua gồm dung dịch muối amôn, hợp chất clo không có amôn, dung dịch muối sunfat, dung dịch kiềm kẽm v.v... Dung dịch xianua khả năng phân bố tốt, lớp mạ bóng, mịn, dùng lâu dài. Dung dịch xianua rất độc, ô nhiễm môi trường nghiêm trọng, mấy năm gần đây có xu hướng chuyển sang dung dịch mạ kẽm không có xianua hoặc dung dịch nồng độ xianua thấp.

II - DUNG DỊCH MẠ KẼM XIANUA

1. Đặc điểm công nghệ.

Dung dịch mạ kẽm xianua, khả năng phân bố tốt, lớp mạ mịn, bóng có thể sử dụng mật độ dòng điện và nhiệt độ cao, không ăn mòn thiết bị, mạ chi tiết có hình dáng phức tạp, có độ dày trên $20\text{ }\mu\text{m}$. Nhưng dung dịch xianua có hiệu suất dòng điện thấp, dung dịch rất độc, có hại đến sức khỏe, vì vậy phải có thiết bị hút độc tốt và có biện pháp an toàn cần thiết.

2. Chế độ công nghệ

Chế độ công nghệ mạ kẽm xianua xem bảng 11.1.

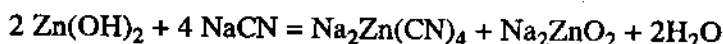
Bảng 11.1. Chế độ công nghệ mạ kẽm xianua

Hàm lượng Thành phần và chế độ	Pha chế (g/l)	1	2
ZnO		35 – 45	20 – 25
NaCN		80 – 90	45 – 50
NaOH		80 – 85	70 – 80
Na ₂ S		0,5	
C ₃ H ₈ O ₃		3 – 5	
Z _B . ATZ			5 – 10 ml/l
Nhiệt độ (°C)		20 – 35	
Mật độ dòng điện (A/dm ²)		1 – 3	

Dung dịch 2 là dung dịch mạ bóng hiện đại, chất làm bóng Z_B – ATZ cho lớp mạ rất mịn, đồng đều.

3. Pha chế dung dịch

Dung dịch mạ kẽm xianua pha bằng các hóa chất ZnO hoặc Zn(OH)₂ cho tác dụng với NaCN. Phản ứng của chúng như sau:



Pha chế dung dịch mạ kẽm xianua trong điều kiện có quạt hút. Quá trình pha chế như sau:

- Hòa tan NaCN và NaOH trong thùng mạ có thể tích nước bằng 1/2 thể tích thùng mạ.
- Cho nước vào ZnO đã tính toán, khuấy thành dạng hồ đặc, vừa khuấy vừa cho vào thùng mạ đến khi hòa tan hoàn toàn.
- Cho glicêrin và Na₂S đã hòa tan vào trong thùng, khuấy đều, cho nước đến mức quy định.
- Các chất phụ gia khác cho vào theo bản thuyết minh.

4. Duy trì công nghệ

(1) Không chế tốt nồng độ các thành phần dung dịch

Cần chú ý hàm lượng tương đối giữa các thành phần dung dịch phải phù hợp. Thực tế sản xuất thấy rằng phải đảm bảo nồng độ các thành phần dung dịch xianua theo tỷ lệ như sau (đơn vị mol/l):

$$\frac{C(\text{NaCN})}{C(\text{Zn})} = 4,0 - 6,4$$

$$\frac{C(\text{NaOH})}{C(\text{NaCN})} = 0,9 - 1,1$$

Những tỷ số này quyết định nồng độ các thành phần dung dịch và điều kiện thao tác. Căn cứ vào tình hình thực tế sản xuất, yêu cầu kỹ thuật chi tiết mạ mà chọn tỷ số thích hợp nhất để quản lý.

(2) *Chú ý phản ứng tạo thành của NaCN và NaOH với không khí*

Trong quá trình mạ hợp chất xianua bị oxy hóa bởi không khí, NaOH hấp phụ CO_2 trong không khí tạo thành muối cacbonat. Vì thế muối cacbonat tồn tại trong dung dịch (20 – 30 g/l) là đương nhiên, cho phép. Nhưng nếu hàm lượng Na_2CO_3 vượt quá 50 g/l, độ dẫn điện và hiệu suất dòng điện của dung dịch giảm, anốt thụ động hóa. Vì thế cần phải xử lý có hai phương pháp xử lý như sau:

a) *Phương pháp làm sạch dung dịch*: làm lạnh dung dịch dưới -5°C , thời gian trên 8 giờ, có thể giảm hàm lượng Na_2CO_3 30 – 40 g/l.

b) *Phương pháp kết tủa*: Loại bỏ Na_2CO_3 bằng cách cho $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hoặc $\text{Ba}(\text{OH})_2$ vào dung dịch mạ, để tạo thành CaCO_3 hoặc BaCO_3 kết tủa.

(3) Chất phụ gia cần cho ít, cho nhiều lần

(4) Anốt là kẽm tấm có độ tinh khiết cao (99,97%) để đề phòng lớp mạ kẽm thô, lên bao anốt.

5. Ảnh hưởng và xử lý tạp chất

(1) *Ảnh hưởng tạp chất*. Dung dịch xianua, ảnh hưởng của tạp chất nhỏ. Nồng độ cho phép các tạp chất như sau: đồng 0,075 – 0,2 g/l; Chì 0,02 – 0,04 g/l, cadimi 0,05 – 0,15 g/l, thiếc 0,05 – 0,1 g/l; crôm 0,015 – 0,125 g/l, sắt 15 g/l. Ảnh hưởng vi lượng của đồng, chì, sắt v.v... đối với lớp mạ không lớn, nhưng chúng sẽ kết tủa cùng với kẽm, làm giảm độ bền ăn mòn lớp mạ.

(2) *Xử lý tạp chất*

a) Cho 0,5 g/l Na_2S vào dung dịch, làm cho sắt, chì, thiếc, cadimi v.v... tác dụng với Na_2S tạo thành hợp chất lưu huỳnh kết tủa. Nhưng lượng cho vào không quá nhiều, nếu không sẽ sinh ra ZnS kết tủa, tạo ra màu sắc không đều.

b) Cho một ít bột kẽm, trong điều kiện khuấy và thông gió, đồng chì thay thế lắng xuống đáy thùng. Nhưng để giảm tạp chất đồng dưới mức độ cho phép, cần nhiều lượng bột kẽm. Sau khi xử lý bằng bột kẽm, để lắng hai giờ rồi lọc, nếu không tạp chất kim loại được thay thế sẽ hòa tan trở lại.

Chất làm bóng có rất nhiều loại, nguyên tắc có hai loại loại thứ nhất là loại phụ gia làm tăng phân cực, làm cho lớp mạ có kết tinh mịn. Thí dụ như các chất phụ gia như DE DPE - III v.v... có tính hấp phụ tốt và phạm vi điện thế hấp phụ rộng, làm tăng phân cực catốt, do đó được lớp mạ không bóng nhưng rất mịn. Nếu sử dụng một loại các chất trên, lớp mạ không bóng vì vậy phải dùng chất, làm bóng loại thứ hai. Chất làm bóng loại hai là muối kim loại, hợp chất có vòng tạp và chất hoạt động bề mặt v.v...

Thí dụ ZB - 80, KR - 7 v.v... Nhưng chất này đều có ảnh hưởng trực tiếp đến độ bóng, độ lớn kết tinh, ứng lực lớp mạ, BW - 901 là chất phụ gia tổ hợp của chất làm bóng loại I và loại II.

3. Duy trì công nghệ

(1) *Cần khống chế tốt hàm lượng tạp chất trong các hóa chất*, đặc biệt là chì, sắt, đồng v.v..., có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng lớp mạ.

(2) *Cần định kỳ phân tích hàm lượng Zn^{+2} và NaOH trong dung dịch*. Phải đảm bảo tỷ lệ NaOH và Zn^{+2} theo tỷ lệ nhất định. Thông thường khi mạ treo khống chế tỷ lệ NaOH: Zn^{+2} (theo trọng lượng) 10:1, khi mạ quay tỷ lệ NaOH: Zn^{+2} (theo trọng lượng) 12: 1.

(3) *Hóa chất Na_2S không có tác dụng khử tạp chất trong dung dịch zincat*.

(4) *Tỷ lệ diện tích anốt/ diện tích catốt = 1,5 ÷ 2/1*. Khi hàm lượng kẽm cao dùng anốt là tấm sắt hoặc niken, thay thế tấm kẽm, $S_{Zn} : S_{Fe} = 1 : 1$ để giảm hàm lượng kẽm.

(5) *Bổ sung các chất làm bóng* theo nguyên tắc cho ít và cho nhiều lần, theo bản thuyết minh sử dụng.

Thực tế chứng minh rằng, nếu chất làm bóng quá nhiều, lớp mạ bong, giòn, độ bám chắc không tốt. Vì vậy cần căn cứ vào kinh nghiệm tổng kết quy luật, mạ bao nhiêu ampe giờ thì bổ sung bao nhiêu mililit chất làm bóng.

(6) *Mạ trong dung dịch zincat*: tốt nhất dùng tẩy dầu anốt, trước khi mạ phải hoạt hóa tốt trong dung dịch HCl sau đó rửa sạch.

(7) *Sự phân hủy của chất làm bóng* ảnh hưởng không tốt đến lớp mạ. Vì vậy phải xử lý bằng than hoạt tính với hàm lượng 4 - 6g/l.

(8) *Ảnh hưởng của tạp chất và cách khử*. Hàm lượng tạp chất cao nhất có trong dung dịch mạ kẽm zincat như sau: Pb 0,003 - 0,015 g/l; Cu 0,025 - 0,03 g/l, Fe 0,05 - 0,1 g/l, Ni 0,1 g/l, Cr 0,003 - 0,05 g/l; S 0,01 - 0,075 g/l.

Khử kim loại nặng bằng cách cho bột kẽm 1,5-2 g/l hoặc bột nhôm 0,5 g/l.

IV – DUNG DỊCH MẠ KẼM MUỐI AMÔN

1. Đặc điểm công nghệ

Dung dịch mạ kẽm muối amôn được lớp mạ kết tinh mịn, bóng, hiệu suất dòng điện cao, tốc độ kết tủa nhanh. Dung dịch mạ kẽm muối amôn có mấy loại, chúng khác nhau ở khả năng phân bố. Dung dịch $\text{NH}_4\text{Cl} - \text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_3$ khả năng phân bố tốt nhất, dung dịch $\text{NH}_4\text{Cl} - \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ khả năng phân bố trung bình, dung dịch NH_4Cl , khả năng phân bố kém. Vì vậy dung dịch NH_4Cl để mạ những chi tiết đơn giản, dung dịch $\text{NH}_4\text{Cl} - \text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_3$ và $\text{NH}_4\text{Cl} - \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ dùng để mạ những chi tiết phức tạp. Dung dịch mạ kẽm amôn ăn mòn thiết bị, xử lý nước khó khăn.

2. Chế độ công nghệ

Chế độ công nghệ mạ kẽm amôn xem bảng 11.3. NH_4Cl và ZnCl_2 là thành phần chủ yếu của dung dịch mạ kẽm muối amôn. ZnCl_2 cung cấp ion Zn^{+2} , NH_4Cl là muối dẫn điện, đồng thời là chất tạo phức. $\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_3$ là chất tạo phức, nó là chất tạo phức mạnh hơn NH_4Cl . $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ là chất tạo phức, đồng thời là chất đệm ổn định độ pH. H_3BO_3 là chất đệm. Poliglicola là chất hoạt động bề mặt, có tác dụng nâng cao phân cực catốt $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$ là chất làm bóng, chất tẩy Hải Âu là chất thấm ướt; AZA, AZB là chất làm bóng.

Bảng 11.3. Chế độ công nghệ mạ kẽm amôn

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Dung dịch pha chế	Dung dịch NH_4Cl		Dung dịch $\text{NH}_4\text{Cl} - \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$		Dung dịch $\text{NH}_4\text{Cl} - \text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_3$	
		1	2	3	4	5	6
ZnCl_2		30–35	30–50	30–40	40–50	30–40	30–45
NH_4Cl		220–280	220–280	220–250	240–270	220–270	250–280
H_3BO_3		25 – 30					
$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$				20–30	20–30		
$\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_3$						30–40	10–30
Poliglicola (M>6000)		1–2		1–2	1–2	1–1,5	1–1,5
$(\text{NH}_2)_2\text{CS}$		1–2		1–2	1–2	1–1,5	1–1,5
Chất tẩy Hải Âu		0,5–1				0,2–0,4	0,2–0,4
AZA (mM)			10				
AZB (mM)			3				
pH		5,8–6,0	5–6	5–6	5–6	5,8–6,2	5,4–6,2
Nhiệt độ (°C)		20–35	20–35	20–35	20–35	20–35	20–30
Mật độ dòng điện (A/dm ²)		1–2	1–3	1–3	0,5–0,8	0,8–1,5	0,5–0,8

Chú ý: khi mạ kẽm quay hàm lượng ZnCl_2 có thể cao hơn, có thể ở trong phạm vi 60 – 80 g/l.

3. Pha chế dung dịch

NH_4Cl và ZnCl_2 hòa tan trong nước nóng, cho một ít nước vào trong $\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_3$ thành dạng huyền phù, vừa khuấy vừa cho NaOH 75% nhiệt độ dưới 40°C vào, làm cho nó hòa tan hoàn toàn. Sau đó cho dung dịch NH_4Cl , dùng nước nóng hòa tan $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$ rồi cho vào. Poliglicola đập vỡ vụn cho vào trong nước nóng có chất tẩy Hải Âu, khuấy đều cho hòa tan rồi cho vào.

4. Duy trì công nghệ

(1) Bảo đảm tốt các thành phần dung dịch

Bảo đảm tốt các thành phần dung dịch trong phạm vi quy định. Nếu anốt hòa tan bình thường, hàm lượng kẽm có thể thấp một chút.

(2) Bảo đảm độ pH

pH của dung dịch trong khoảng 5 – 6. Nếu pH quá cao lớp mạ có vết, nếu quá thấp độ giòn tăng lên. Dung dịch $\text{NH}_4\text{Cl} - \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ có độ pH ổn định hơn so với dung dịch NH_4Cl và $\text{NH}_4\text{Cl} - \text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_3$, mỗi tuần điều chỉnh pH 1 – 2 lần. Điều chỉnh pH bằng $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$, $\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_3$ hoặc CH_3COOH không dùng HCl để tránh lượng kẽm tăng lên.

(3) Tỷ lệ diện tích giữa anốt và catốt

Anốt là những tấm kẽm cán, có độ tinh khiết cao, để phòng những tạp chất kim loại nặng. Anốt bao bằng vải chịu axit. Tỷ lệ diện tích giữa anốt và catốt là 1 : 2 ÷ 3.

(4) Nhiệt độ dung dịch mạ kẽm

Nhiệt độ tốt nhất đối với dung dịch mạ kẽm là $20 - 35^\circ\text{C}$. Mùa hè nhiệt độ quá cao, kẽm hòa tan nhanh, lớp mạ thô. Có thể làm giảm nhiệt độ bằng cách cho nước chảy qua ống titan.

(5) Ảnh hưởng của tạp chất và cách khử

Nếu hàm lượng sắt lớn hơn 5g/l, dung dịch vàng lớp mạ đen và thô. Tạp chất đồng, chì làm lớp mạ tối, sau khi thụ động không bóng, tạp chất chì làm lớp thụ động biến màu.

Phương pháp khử: xử lý bằng cách cho bột kẽm hoặc điện phân với mật độ dòng điện thấp, phương pháp này có thể khử được Cu^{+2} , Fe^{+3} , Pb^{+2} v.v...

Nếu như tạp chất sắt có nhiều, cho 0,5 ml/l H_2O_2 30%, để oxy hóa Fe^{+2} thành Fe^{+3} , cho NaOH điều chỉnh pH = 7,0 – 7,5. Sau đó cho Na_2HPO_4 hoặc

NaH_2PO_4 đã hòa tan (mỗi gam Fe^{+3} cần 3,5 g NaHPO_4 hoặc 3g NaH_2PO_4) để tạo thành FePO_4 kết tủa, đồng thời có $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ kết tủa, do đó không cho quá nhiều muối photphat.

(6) Xử lý thanh cực đồng

Thanh cực đồng bị dung dịch ăn mòn, vì vậy cần mạ thiếc hoặc tráng thiếc, sau đó mới sử dụng.

V – DUNG DỊCH MẠ KẼM KHÔNG CÓ AMÔN

Dung dịch mạ kẽm không có amôn được phát triển mạnh trong thời gian gần đây. Nhờ sự nghiên cứu thành công các chất phụ gia, mạ kẽm không có amôn phát triển rộng rãi thay thế mạ kẽm muối amôn.

1. Đặc điểm công nghệ

Mạ kẽm không amôn trong dung dịch KCl (hoặc NaCl) có kết tinh nhỏ mịn, bóng, độ bằng phẳng tốt, hiệu suất dòng điện cao (trên 95%), tốc độ kết tủa nhanh, sử dụng mật độ dòng điện cho phép rộng, phạm vi sử dụng rộng, xử lý nước đơn giản. Nhưng lớp mạ thụ động trong dung dịch crôm thấp độ bám chắc kém, độ giòn tăng lên khi lớp mạ dày.

2. Chế độ công nghệ

Chế độ công nghệ xem bảng 11.4.

Bảng 11.4. Chế độ công nghệ mạ kẽm không có amôn

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế		
	1	2	3
ZnCl_2	60-80	50-70	
KCl	180-220		
NaCl		180-220	
H_3BO_3	25-30	30	
ZB 85 ml/l	15-20		
YDZ-1 ml/l		18	
pH	4,5 - 5,5	5	
Nhiệt độ (°C)	30 - 45	30-40	
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	0,5-3	0,8-2	

Dung dịch mạ kẽm không có amôn gồm có ZnCl_2 , KCl (hoặc NaCl) H_3BO_3 và chất làm bóng. ZnCl_2 cung cấp ion Zn^{+2} , KCl (hoặc NaCl) là muối

dẫn điện chủ yếu. Dung dịch muối KCl, sử dụng mật độ dòng điện rộng, vùng bóng rộng, khả năng phân bố tốt. Dung dịch muối NaCl không tốt bằng dung dịch KCl, nhưng muối NaCl rẻ, dung dịch chịu nhiệt tốt, có thể dùng để mạ quay. H_3BO_3 là chất đệm làm cho lớp mạ bóng mịn, dùng mật độ dòng điện cao, cải thiện khả năng phân bố.

3. Pha chế dung dịch

- Dùng nước nóng hòa tan từng phần riêng biệt KCl (hoặc NaCl) và H_3BO_3 . Chú ý dùng nước sôi để hòa tan H_3BO_3 với thể tích gấp 10 lần, sau đó đổ vào bể mạ.

- Hòa tan $ZnCl_2$ trong nước cho vào bể mạ.
- Vừa khuấy vừa cho các chất phụ gia khác.
- Cho nước đến mức quy định, khuấy đều, điều chỉnh pH, mạ thử.

4. Duy trì công nghệ

(1) *Định kỳ phân tích thành phần dung dịch*, theo kết quả phân tích điều chỉnh hàm lượng trong phạm vi công nghệ.

a) Hàm lượng $ZnCl_2$ cao thấp phụ thuộc vào nguyên liệu nền, hình dáng chi tiết và phương pháp mạ. Chi tiết đơn giản, vật đúc khó mạ và mạ quay, nên sử dụng $ZnCl_2$ cao; sản phẩm mạ kẽm cần khả năng phân bố tốt, mạ sâu, hàm lượng $ZnCl_2$ thấp.

Thông thường, hàm lượng ion kẽm cao, thấp có thể điều chỉnh bằng cách tăng giảm anốt kẽm. Để đảm bảo Zn^{+2} ổn định, cần chú ý đảm bảo tỷ lệ diện tích catốt, anốt để anốt hòa tan bình thường.

b) KCl (hoặc NaCl) có tác dụng dẫn điện, hoạt hóa anốt. Để đảm bảo độ bóng lớp mạ cần phải duy trì tỷ lệ giữa KCl và $ZnCl_2$ trong phạm vi $2,5 \div 3$ (đơn vị g/l). Nếu hàm lượng KCl quá cao, không những làm giảm tốc độ kết tủa mà còn ảnh hưởng đến tính hòa tan của chất làm bóng, làm giảm tác dụng chất làm bóng. Mùa hè hàm lượng KCl thấp, mùa đông hàm lượng KCl cao. KCl không bị tiêu hao, mất đi do rơi vãi ra ngoài.

c) H_3BO_3 là chất đệm, ổn định độ pH, duy trì hàm lượng quy định. Đặc biệt khi mạ quay, hàm lượng H_3BO_3 thấp, bề mặt chi tiết tiếp xúc với thành thùng, mật độ dòng điện cao, pH nâng cao sẽ sinh ra hợp chất hidroxyt lẫn vào lớp mạ, tạo thành nốt đen.

(2) Giá trị pH là chỉ số quan trọng trong dung dịch mạ kẽm muối kali, giá trị pH trong phạm vi 5 – 5,5. Trong quá trình sản xuất, độ pH có khuynh hướng nâng cao. pH nâng cao làm tăng khả năng phân bố, nhưng không được

cao quá. Khi $\text{pH} > 6,5$ muối kẽm thủy phân, dung dịch đục, dễ bị thụ động, độ bóng giảm, tối, thô. Nếu pH quá cao, điều chỉnh pH bằng HCl loãng (1 thể tích HCl cần 3 thể tích H_2O). Khi $\text{pH} < 4,5$ lớp mạ bóng nhưng hiệu suất dòng điện và tốc độ kết tủa giảm. Khi $\text{pH} < 4$, anốt hòa tan nhanh, chỗ mật độ dòng điện cao xuất hiện vệt khí, lớp mạ thô; chỗ mật độ dòng điện thấp, độ bóng giảm, không mạ được chỗ lõm. pH thấp quá còn phân hủy chất làm bóng, tạp chất sắt tích lũy nhiều. Nếu pH thấp có thể dùng KOH hoặc NaOH 5% để điều chỉnh.

(3) Dung dịch mạ kẽm muối kali thu được lớp mạ kẽm bóng ở nhiệt độ thường, nhiệt độ ảnh hưởng đến độ bóng lớp mạ, thông thường nhiệt độ càng cao, sự hòa tan chất làm bóng càng giảm, độ bóng kém.

(4) Bổ sung chất làm bóng

Nếu chất làm bóng quá nhiều, lớp mạ rộp, bóng, độ bám chắc không tốt, giòn; chất làm bóng quá ít, chỗ mật độ dòng điện thấp, lớp mạ tối, độ bóng giảm, lớp mạ cháy v.v... Vì vậy cần nghiên cứu tìm hiểu quy luật sự tiêu hao mà bổ sung hợp lý chất làm bóng.

(5) Ảnh hưởng của tạp chất và cách khử

a) Đồng: Tạp chất đồng làm cho lớp mạ tối ở chỗ mật độ dòng điện thấp, sau khi thụ động không bóng, thậm chí tối và đen; ở chỗ mật độ dòng điện cao, lớp mạ thô, dễ cháy. Hàm lượng Cu^{+2} cho phép 0,01 g/l.

Khử tạp chất đồng bằng cách cho 1 ÷ 3 g/l bột kẽm hoặc điện phân với mật độ dòng điện thấp (dưới 0,2 A/dm²).

b) Sắt: Hàm lượng Fe^{+2} cho phép dưới 0,25 g/l

Khi hàm lượng Fe^{+2} lớn hơn 1g/l, dung dịch mạ đục, biến vàng, thậm chí có màu đỏ, chỗ mật độ dòng điện cao, sắt và kẽm cũng kết tủa, tạo nên nốt đen, đặc biệt khi mạ quay rất dễ sinh ra nốt đen. Nếu tạp chất sắt nhiều dùng bột kẽm để khử rất khó, cần khử bằng phương pháp oxy hóa kết tủa. Phương pháp như sau: nâng $\text{pH} = 6,2$, gia nhiệt 60°C, sau đó cho H_2O_2 hàm lượng thích hợp, khuấy đều; làm cho Fe^{+2} thành Fe^{+3} , sinh ra $\text{Fe}(\text{OH})_3$ kết tủa. Hàm lượng H_2O_2 cho vào là 0,5 – 2ml/, nếu nhiều H_2O_2 tồn tại trong dung dịch, ảnh hưởng không tốt đến chất làm bóng, làm cho lớp mạ tối, mờ, khử đi bằng cách tăng nhiệt.

c) Chì: Hàm lượng Pb^{+2} cho phép dưới 0,015 g/l. Có Pb^{+2} vì lượng làm cho lớp mạ bóng, nhưng khi làm bóng trong HNO_3 có màu tối. Có Pb^{+2} quá nhiều làm lớp mạ đen. Xử lý Pb^{+2} bằng cách cho bột kẽm 1 ÷ 3 g/l hoặc điện phân với mật độ dòng điện thấp.

d) *Gốc crôm*: Hàm lượng Cr^{+6} cho phép dưới 0,08 g/l, dung dịch có crôm làm cho hiệu suất dòng điện giảm, khi hàm lượng quá cao chỗ mật độ dòng điện thấp không bóng, thậm chí không cho lớp mạ. Xử lý bằng hóa chất $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ và lọc dung dịch.

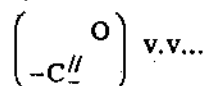
e) *Tạp chất hữu cơ*: Do sự phân hủy của chất làm bóng làm cho tạp chất hữu cơ tích lũy ngày càng nhiều, lớp mạ bóng, giòn, mờ. Xử lý tạp chất hữu cơ bằng than hoạt tính.

5. Chất phụ gia dung dịch mạ kẽm không có amôn

Chất phụ gia dung dịch mạ kẽm không có amôn gồm các chất làm bóng chính, chất trợ dung bóng và chất làm bóng hỗ trợ. Ba loại chất này có quan hệ chặt chẽ, hỗ trợ lẫn nhau cần thông qua thí nghiệm và thực tiễn nhiều lần mới chọn được hàm lượng chính xác.

(1) Thành phần và tính năng chất làm bóng

a) *Chất làm bóng chính*: Chất làm bóng chính làm cho lớp mạ bóng, kết tinh mịn, tính ổn định cao, sử dụng phạm vi mật độ dòng điện rộng. Vì cấu tạo chất làm bóng chính gồm các nhóm. ($-\text{C}=\text{C}-$), vòng Benzen, và nhóm



b) *Chất trợ dung bóng*: Chất trợ dung bóng làm tăng độ hòa tan chất làm bóng chính trong dung dịch, cải thiện tính thấm ướt bề mặt, nâng cao phân cực catốt v.v... Chất trợ dung bóng thường là chất hoạt động bề mặt không có ion, chất này đều có chung một đặc điểm, khi nhiệt độ dung dịch cao, độ hòa tan của nó giảm đi. Khi đạt đến nhiệt độ nào đó, dung dịch trong suốt vốn có đột nhiên bị vẩn đục, khi nhiệt độ hạ thấp dung dịch trong lại. Nhiệt độ mà ở đó dung dịch chuyển từ trong thành vẩn đục gọi là điểm vẩn đục.

Chọn chất trợ dung bóng cần nghiên cứu tác dụng nhũ hóa và hòa tan, sự khử ion Zn^{+2} ở vùng mật độ dòng điện cao có tác dụng phân cực nhất định, yêu cầu điểm vẩn đục chất phụ gia cao. Nhưng điểm vẩn đục cao, ảnh hưởng đến tính năng cơ khí lớp mạ, ứng suất nội tăng, làm giảm độ bám chắc giữa lớp mạ với kim loại nền, tính làm bằng dung dịch kém.

Chất nhũ hóa OP và chất $\text{R}-\text{O}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$ trong đó $\text{R}=\text{C}_{12} \sim \text{C}_{18}$, $n=15-25$ đều là chất trợ dung bóng.

c) *Chất làm bóng hỗ trợ*: Tác dụng chủ yếu nâng cao phân cực catốt ở vùng mật độ dòng điện thấp, tăng độ bóng, cải thiện khả năng phân bố.

Về cấu tạo, chất làm bóng hỗ trợ thường là axit béo có vòng benzen. Thí dụ như natri benzoat, bezyla acrylic axit v.v... Chất làm bóng hỗ trợ thông thường phân hủy trên điện cực, nhưng phải đảm bảo sản phẩm phân hủy không ảnh hưởng đến quá trình điện cực. Chất làm bóng hỗ trợ cùng với chất

làm bóng chính, chất trợ dung bóng, có tỷ lệ thích ứng, nếu không sẽ ảnh hưởng tính năng lớp mạ.

(2) Khi chọn và sử dụng chất làm bóng cần chú ý:

a) Căn cứ vào loại dung dịch, sự thay đổi nhiệt độ các mùa mà chọn chất làm bóng.

b) Nhân tố quan trọng để được chất làm bóng tốt là thu được lớp mạ bóng. Mua chất làm bóng về phải thông qua thí nghiệm nhỏ để kiểm tra chất lượng của chúng.

c) Cần thận trọng chế hàm lượng chất làm bóng cho vào. Dung dịch mạ kẽm muối kali cho nhiều chất làm bóng, lớp mạ vẫn bóng nhưng có nhiều khiếm khuyết như lớp mạ biến màu, bóng, giòn nứt, màng thụ động bong v.v... Thông thường cần quan sát độ bám chắc lớp màng thụ động mà phán đoán có quá lượng chất làm bóng hay không.

d) Khi cho chất làm bóng, cần dùng nước hoặc dung dịch mạ làm loãng, vừa cho vừa khuấy đều, để chúng phân tán ra toàn bộ dung dịch mạ.

VI - DUNG DỊCH MẠ KẼM MUỐI SUNFAT

Dung dịch mạ kẽm muối sunfat thành phần đơn giản, ổn định, hiệu suất dòng điện cao, có thể dùng mật độ dòng điện cao, tốc độ kết tủa nhanh. Nhưng dung dịch mạ kẽm dùng muối đơn, nên khả năng phân bố kẽm, lớp mạ thô, cho nên chỉ mạ những chi tiết đơn giản, trong thí dụ như đai sắt, dây kim loại, tấm kim loại v.v...

Chế độ công nghệ mạ kẽm sunfat xem bảng 11-5. Dung dịch mạ kẽm muối sunfat $ZnSO_4$ là muối kẽm chủ yếu cung cấp ion kẽm, là muối dẫn điện tốt, Na_2SO_4 , $Al_2(SO_4)_3$, NH_4Cl là muối dẫn điện $C_{10}H_6SO_3(Na)_2$, $C_6H_{10}O_5$, $C_6H_{12}O_2$ v.v... là chất phụ gia làm tăng phân cực catốt, cải thiện độ bằng phẳng và độ bóng lớp mạ.

Bảng 11.5. Chế độ công nghệ mạ kẽm sunfat .

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế			
	1	2	3	4
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	215	250-300	250	200-300
$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	20	1-2	30	
$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	45-50			
$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	50-160	250		30-40
$C_{10}H_6SO_3(Na)_2$		2-3		
NH_4Cl			15	

Hàm lượng (g/l) / Thành phần và chế độ	1	2	3	4
H_3BO_3		15-20		20-30
$C_6H_{10}O_5$	10		30	
$C_6H_{12}O_6$		2-3		
Phụ gia kẽm - lưu huỳnh -30				14 - 18 ml/l
pH	3,8-4,4	4,5-5,5	3,5-4,5	4,5-5,5
Nhiệt độ (°C)	thường	thường	thường	10-50°C
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	1-2	1-2	1-2	1-4

Chú ý: Pha chế 1 để mạ quay, pha chế 2 mạ chi tiết đúc, pha chế 3 để mạ treo, pha chế 4 để mạ đai sắt hoặc dây kim loại.

VII – XỬ LÝ SAU KHI MẠ KẼM

1. Khử hydro

Trong quá trình tẩy axit, tẩy dầu catốt và mạ, chi tiết đều có khả năng thấm hydro vào mạng lưới của kim loại nền và lớp mạ, tạo nên độ sai lệch mạng lưới, ứng suất nội tăng lên, gây giòn (gọi là giòn hydro). Để khử giòn hydro, cần phải sấy khử hydro sau khi mạ, làm cho hydro thoát ra. Hiệu quả khử hydro liên quan tới nhiệt độ và thời gian sấy.

Khử hydro tiến hành trong tủ sấy, theo chế độ sau:

Đối với chi tiết bằng thép có độ bền kéo hay thép biến dạng cần sấy ở nhiệt độ 180 – 200°C trong 2 – 3 giờ.

– Đối với thép đã thấm than sau khi mạ kẽm cần sấy ở nhiệt độ 150 – 160°C trong 3 – 4 giờ.

– Đối với chi tiết có mối hàn (như chi tiết hàn thiếc v.v...) có thể khử ở nhiệt độ thấp hơn: 140°C – 150°C, thời gian khử dài hơn.

Trước khi khử hydro cần phải rửa thật sạch. Nếu sau khi khử hydro, thụ động khó khăn, trước khi thụ động cần hoạt hóa, thí dụ có thể hoạt hóa trong H_2SO_4 10%.

2. Thụ động hóa

Để nâng cao tính bền chống gỉ, tăng độ trang sức, cải thiện độ bám chắc lớp sơn với kim loại nền của lớp mạ kẽm, cần phải thụ động hóa trong dung dịch crôm để tạo thành lớp màng thụ động có tổ chức kín khít, tính ổn định cao trên bề mặt lớp mạ kẽm.

Tổ chức màng thụ động như sau:



Hợp chất crôm hóa trị ba là thành phần chủ yếu tạo thành màng, nó không hòa tan trong nước, có tính ổn định cao, cường độ cao là "xương sống" của màng, làm cho lớp mạ được bảo vệ tốt. Crôm hóa trị ba có màu xanh lục, tạo màng có màu xanh da trời. Hợp chất crôm hóa trị sáu có màu đỏ, dễ hòa tan nhưng có tác dụng thụ động lớp mạ kẽm.

Trong lớp màng thụ động, tỷ lệ hàm lượng Cr^{+3} và Cr^{+6} thay đổi theo các nhân tố, vì vậy màu sắc màng thụ động cũng thay đổi. Màu sắc màng thụ động đánh giá chất lượng tốt xấu của màng. Màng thụ động chất lượng tốt có màu cầu vồng bóng đẹp. Trong màu đỏ có màu xanh, trong màu xanh có màu đỏ, lớp màng bóng, bám chắc.

Công nghệ thụ động hóa gồm có thụ động màu cầu vồng (bao gồm thụ động hóa nồng độ thấp, nồng độ trung bình, nồng độ cao, thụ động một lần, thụ động hai lần), thụ động trắng, thụ động đen, thụ động xanh v.v...

(1) Thụ động màu cầu vồng

a) Thụ động màu cầu vồng nồng độ thấp: Hàm lượng crôm dung dịch thụ động thấp, xử lý nước dễ dàng, chất lượng màng thụ động giống như màng thụ động nồng độ cao, nhưng độ bóng kém. Vì vậy trước khi thụ động cần phải làm bóng. Làm bóng trong dung dịch HNO_3 1- 3% hoặc 30 - 50 ml/l HNO_3 (1,41) và 5 - 10 ml/l HCl (1,19) (bảng 11.6).

Bảng 11.6. Chế độ công nghệ thụ động nồng độ thấp

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3	4	5	6
CrO_3	5	5	3	3-5	4	1,2-1,7
HNO_3 (1,41)	3 ml/l	3 ml/l				0,4 - 0,5 ml/l
H_2SO_4 (1,84)	0,4 ml/l	0,3 ml/l				
NaNO_3						
Na_2SO_4			1			
KMnO_4	0,1					
NaCl					4-5	0,3 - 0,4
K_2SO_4						0,4 - 0,5
CH_3COOH (36%)		5				4 - 5
Bột kẽm						0,1 - 0,2
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$				1-2		
$\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	1					
pH	0,8-1,3	0,8-1,3	1,6-1,9	1-2	1,5-2	1,6-2
Nhiệt độ (°C)	thường	thường	thường	thường	thường	10-40
Thời gian (giờ)	3-7	3-7	10-30	10-20	15-40	30-60

b) *Thụ động cầu vòng nồng độ cao*: Thụ động nồng độ cao có nhiều loại, thụ động hóa dung dịch muối Bicrômat, thụ động hóa một lần, thụ động hóa hai lần. Công nghệ thụ động nồng độ cao xem bảng 11.7.

Bảng 11.7. Chế độ công nghệ thụ động nồng độ cao

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ		Pha chế	Dung dịch muối Bicrômat	Dung dịch thụ động nồng độ cao				Dung dịch thụ động hai lần			
								5		6	
			1	2	3	4		Lần I	Lần II	Lần I	Lần II
				150-180	180-250	250-300		60-80	4-6	150-180	40-50
				10-15	30-35	30-40		8,5-11,5	0,56-0,76	7-9	5,0-6,5
			8-10	5-10	5-10	15-20		7,5-11	0,5-0,7	6-8	2-3
			180-200								
										10-15	5-8
										1,2-1,7	6-7
											4-6
			thường	thường	thường	thường		thường	thường	thường	thường
Thời gian (giây)	Dung dịch		5-10	10-15	5-15	5-10		10-20	5-15	3-10	5-10
	Không khí			5-10	5-10	5-10					

Chú ý:

1) Pha chế 1 thành phần đơn giản, màng đồng đều, độ bóng kém, trước khi thụ động cần phải làm bóng.

2) Pha chế 5-6 thụ động hai lần. Thụ động lần 1 không cần phải rửa trực tiếp đưa vào thụ động lần 2.

3) Sau khi thụ động, cần phải thổi bằng không khí nén, sấy ở nhiệt độ dưới 60°C.

c) *Điều chỉnh và duy trì dung dịch thụ động*

+ Dung dịch thụ động pha mới thiếu Cr^{+3} cần phải cho bột kẽm hoặc sắt hai sunfat để khử Cr^{+6} thành Cr^{+3} . Hàm lượng bột kẽm 2 - 3 g/l, FeSO_4 4 - 5g/l.

+ Khi thụ động màng tạo thành chậm, màng mỏng có thể bổ sung CrO_3 hoặc H_2SO_4 , vì hàm lượng CrO_3 ảnh hưởng đến tốc độ tạo màng, H_2SO_4 là chất chủ yếu để tạo màng, nếu không có H_2SO_4 thì dù nồng độ CrO_3 có thay đổi đều không tạo màng. Thực tế sản xuất, cho rất ít H_2SO_4 , bởi vì nếu hàm lượng H_2SO_4 quá cao, lớp màng dễ bong, xốp.

+ Độ bóng màng thụ động kém, có thể cho HNO_3 . HNO_3 có tác dụng làm bóng hóa học, nhưng nếu nồng độ HNO_3 quá cao, độ axit cao, tăng độ hòa tan màng, lớp màng mỏng, độ bám chắc kém, dễ bong.

+ Cho vào dung dịch thụ động KMnO_4 hoặc CH_3COOH , để tăng độ bám chắc, chịu mài mòn của màng thụ động.

+ Cần khống chế tốt độ pH, đặc biệt dung dịch pH thấp. Trong quá trình thụ động pH nâng cao, có thể điều chỉnh bằng CrO_3 , HNO_3 hoặc H_2SO_4 .

+ Khi thụ động cần khuấy trộn dung dịch lớp màng thụ động mới đồng đều.

+ Cần khống chế tốt thời gian, để đảm bảo màng có độ dày và bóng đẹp.

(2) Thụ động hóa màng trắng

Có nhiều sản phẩm yêu cầu màu trắng hoặc màu xanh. Để đạt được yêu cầu này phải thực hiện những bước sau:

a) *Làm trắng màng thụ động cầu vồng*: Màng thụ động cầu vồng đã hình thành nhưng chưa sấy, nhúng vào dung dịch làm trắng để tẩy lớp màng cầu vồng, hình thành lớp màng thụ động màu trắng hoặc màu xanh. Chế độ công nghệ xem bảng 11.8.

Bảng 11.8. Chế độ công nghệ làm trắng màng thụ động cầu vồng

Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần chế độ	1	2	3	4	5	6
CrO_3	20-30	7-10		1,5-2		
BaCO_3	0,5-1	0,2-0,5		1,5-1		
NaOH			10-20			
Na_2S			3-7			
CaS						40-50
$\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$					60	
HNO_3				0,5		
pH				1,8-2		
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	Thường	Thường	Thường	82-90	Thường	Thường
Thời gian (giây)	10-20	20	5-15	15-30		
Màng màu thụ động	Màu trắng	Màu trắng	Màu xanh	Màu trắng	Màu xanh	Màu xanh

Công nghệ làm trắng khác nhau, độ bền chống gỉ cũng khác nhau. Độ bền chống gỉ màng thụ động màu trắng trong dung dịch crôm hoặc trong dung dịch kiềm đặc kém hơn rất nhiều so với màng thụ động màu xanh trong

dung dịch kiềm. Độ bền chống gỉ màng thụ động màu trắng càng kém hơn so với màng thụ động màu cầu vồng. Vì vậy khi nào có yêu cầu đặc biệt mới sử dụng màng thụ động màu trắng.

Sau khi làm trắng, cần phải rửa sạch, nếu không kiềm dư tạo nên bề mặt có điểm vết.

b) Thụ động màu trắng một lần: Màng thụ động màu trắng có thể hình thành trực tiếp trong dung dịch crômát. Chế độ công nghệ thụ động màu trắng nồng độ crôm thấp xem bảng 11.9.

Bảng 11.9. Chế độ công nghệ màng thụ động màu trắng nồng độ dung dịch crôm thấp

Thành phần và chế độ	CrCl_3 $6\text{H}_2\text{O}$	CrO_3	NaF	HNO_3 (1,41)	H_2SO_4 (1,84)	Nhiệt độ	Thời gian (giây)	
							Dung dịch	Không khí
Hàm lượng	2–5 g/l	2–5 g/l	2 – 4 g/l	25–35 ml/l	10–15 ml/l	thường	2–10	5–15

Chú ý:

- 1) Khi mới pha cho CrCl_3 , sau đó không cho màng thụ động màu xanh.
- 2) Có thể thay thế NaF bằng HF , NH_4F hoặc KF
- 3) Trước khi thụ động cần tẩy bóng, sau khi thụ động nhúng trong dung dịch nóng có CrO_3 0,2 – 0,5 g/l ($t^\circ = 60 - 80^\circ \text{C}$) để bật lỗ tăng độ chống gỉ.

Màng thụ động màu trắng rất mỏng, để nâng cao độ bền chống gỉ sau khi thụ động trắng rửa sạch, tiến hành bật lỗ trong dung dịch nóng ($t^\circ 70 - 80^\circ \text{C}$) có CrO_3 0,2 – 0,5 g/l, thời gian 1,5 giây, sau đó sấy khô.

(3) Thụ động màu đen

Chế độ công nghệ xem bảng 11.10.

(4) Sấy khô màng thụ động

Lớp mạ kẽm sau khi thụ động, cần phải sấy khô. Nhiệt độ sấy khô càng cao, thời gian sấy khô càng dài, màng bị mất, làm giảm độ bền ăn mòn. Thường nhiệt độ sấy 60°C , thời gian 10 – 15 phút. Trước khi sấy cần phải quay ly tâm hoặc thổi bằng không khí nén để làm hết nước.

(5) Những phương pháp xử lý khác

Mạ kẽm có thể nhuộm màu, phương pháp cụ thể xem chương sau.

Những sản phẩm yêu cầu cao sau khi thụ động màu trắng, màu đen, hoặc nhuộm màu v.v... cần phải tiến hành bật lỗ để nâng cao tính bảo vệ trang sức. Thí dụ: bật lỗ bằng sơn trong suốt tan trong nước, sơn trong suốt hữu cơ silic hoặc do yêu cầu sử dụng mà sơn lên các màu khác nhau.

Bảng 11.10. Chế độ công nghệ thụ động màu đen

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế		
	1	2	3
$(\text{NH}_4)_2 \text{M}_{57}\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (g/l)	300		
$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (ml/l)	600		
CrO_3 (g/l)		15 - 30	
CH_3COOH (36%) (ml/l)		70 - 125	
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (g/l)		30 - 50	
HCOONa (g/l)		20 - 30	
775 (ml/l)			100 - 120
776 (ml/l)			100 - 120
pH		2 - 3	1 - 2
Nhiệt độ (°C)	Thường	Thường	Thường
Thời gian (phút)	10	2 - 3	2 - 4

Chương 12

MẠ ĐỒNG

F - KHÁI NIỆM

Đồng là kim loại màu đỏ, dẫn điện, dẫn nhiệt tốt, mềm, dễ đánh bóng. Trong không khí đồng không ổn định, dễ bị khí ẩm, khí CO_2 , khí SO_2 tạo thành màng oxyt, hợp chất sunfua và đồng cacbonat tính kiềm.

Đồng là lớp mạ lót quan trọng, khi mạ chi tiết nhôm, kẽm đúc, hàn thiếc, hợp kim đồng thiếc v.v... thường mạ lót đồng để nâng cao độ bám chắc lớp mạ.

Lớp mạ đồng là lớp trung gian, những chi tiết là sắt thép, kẽm đúc thường mạ đồng - niken - crôm, lớp đồng trung gian không lỗ xốp, nâng cao độ bền ăn mòn. Lớp mạ đồng trên chất dẻo, nâng cao tính chịu nhiệt của chi tiết mạ, sử dụng trong điều kiện khí hậu khắc nghiệt.

Mạ đồng còn dùng để bảo vệ chi tiết khỏi bị thấm than trong quá trình nhiệt luyện. Mạ đồng xong đem oxy hóa sẽ có nhiều màu sắc đẹp. Mạ đồng dày trên thép để tăng độ dẫn điện và tiết kiệm nguyên liệu đồng, mạ đồng trên bạc để làm giảm ma sát.

II - DUNG DỊCH MẠ ĐỒNG XIANUA

1. Đặc điểm công nghệ

Dung dịch mạ đồng xianua được sử dụng rộng rãi. Dung dịch mạ đồng xianua gồm 3 loại: dung dịch mạ đồng lót, dung dịch mạ đồng xianua có $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ và dung dịch mạ đồng xianua hiệu suất cao.

Dung dịch mạ đồng lót khả năng phân bố tốt, hiệu suất dòng điện thấp, chỉ để mạ lớp đồng mỏng, chủ yếu dùng để mạ lót những chi tiết thép đúc.

Dung dịch mạ đồng xianua hiệu suất cao có hiệu suất dòng điện 100%, tốc độ kết tủa nhanh, nhưng khả năng phân bố kém, khi mạ trên sắt thép hoặc trên kẽm đúc cần mạ lót, dung dịch nhạy với tạp chất. Do tốc độ kết tủa nhanh, lớp mạ bóng nên được sử dụng rộng rãi.

Dung dịch mạ đồng xianua có $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ nằm giữa hai dung dịch trên, không nhạy lắm với tạp chất, không cần mạ lót trên hợp kim kẽm đúc, nhưng độ dày lớp mạ trung bình.

Tóm lại, dung dịch mạ đồng xianua khả năng phân bố tốt, tốc độ kết tủa nhanh, dễ khống chế dung dịch, được sử dụng rộng rãi. Nhưng dung dịch xianua rất độc, khi thao tác cần phải hết sức cẩn thận.

2. Chế độ công nghệ

Trong dung dịch mạ đồng xianua, CuCN là muối cung cấp ion đồng, NaCN hoặc KCN là chất tạo phức, muối $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ là chất cho anốt hòa tan. Ngoài ra còn cho thêm một số phụ gia vô cơ hoặc hữu cơ để cải thiện tính năng lớp mạ. Chế độ công nghệ mạ lót đồng xianua xem bảng 12.1.

Bảng 12.1. Chế độ công nghệ mạ lót đồng xianua

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế				
	1	2	3	4	5
CuCN	18 - 26	15	8 - 23	25	25
NaCN		23	12 - 54	30	35
NaCN tự do	5 - 10	6			6 - 8
Na_2CO_3	15 - 20	15		6	5
NaOH			2 - 10		
NaHSO_4				3	
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$					0,05 - 1
pH	11,0 - 12,2				12,5 - 13,0
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	20 - 30 hoặc 40 - 50	40 - 60	18 - 50		20
Mật độ dòng điện catốt (A/dm^2)	0,5 - 1 hoặc 1 - 2	1 - 3	0,2 - 2	0,5	0,2 - 0,6
Mật độ dòng điện anốt (A/dm^2)		0,5 - 1			

Chế độ công nghệ mạ đồng xianua có $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6$

Bảng 12.2. Chế độ công nghệ mạ đồng xianua có $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6$

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế					
	1	2	3	4	5	6
CuCN	22,5 - 30	30 - 50	19 - 45	35 - 45	50 - 70	45 - 55
NaCN		40 - 65	26 - 53	50 - 72	65 - 92	60 - 70
NaCN (tự do)	4 - 7,5		4 - 9			8 - 10
Na_2CO_3	15 - 60	20 - 30	15 - 60	20 - 30		
$\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	30 - 60	30 - 60	30 - 60	30 - 140	10 - 20	30 - 40

<div> <div>Pha chế</div> <div>Hàm lượng (g/l)</div> <div>Thành phần và chế độ</div> </div>	1	2	3	4	5	6
NaOH		10 - 20		8 - 12	15 - 20	10 - 15
KSCN				8 - 12	10 - 20	
MnSO ₄ ·5H ₂ O					0,08 - 0,12	
Chất làm bóng Cu-60						1,5 - 3ml/l
pH	12,2 - 12,8					
Nhiệt độ (°C)	60 - 65	50 - 60	55 - 70	50 - 60	55 - 65	50 - 60
Mật độ dòng điện catốt (A/dm ²)	3 - 4	1 - 3	1,6 - 6,5	0,5 - 2	1,5 - 3	1,5 - 3
Anốt (A/dm ²)	1,5 - 2		0,8 - 3,3			

Chú ý:

- 1) Nếu cho 0,015 – 0,03 g/l Pb(CH₃COO)₂ dung dịch quay bóng
- 2) Nếu xử dụng dòng điện đổi chiều, 10 giây: 1 giây hoặc 20 giây: 5 giây được lớp đồng bóng.

- 3) Cu – 60 là chất phụ gia, nếu di động catốt được lớp đồng bán bóng.

Dung dịch muối: NaKC₄H₄O₆ cũng có thể mạ lót đồng xianua kẽm đúc và nhôm, chế độ công nghệ xem bảng 12.3.

Bảng 12.3. Chế độ công nghệ mạ lót đồng xianua nhôm và kẽm đúc.

<div> <div>Pha chế</div> <div>Hàm lượng (g/l)</div> <div>Thành phần và chế độ</div> </div>	Kẽm đúc	Nhôm
CuCN		43,1
Cu (ở dạng CuCN)	13,5 - 26	
NaCN		48,8
NaCN (tự do)	5,6 - 11,2	3,8
Na ₂ CO ₃	15 - 60	30
NaKC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O	15 - 37,5	60
pH	11,5 - 12,5	10,2 - 10,5
Nhiệt độ (°C)	45 - 60	38 - 54
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	1,6 - 8,2	2,6 A/dm ² thời gian 2 phút sau đó 1,3 A/dm ² thời gian 3 phút
Thời gian mạ (phút)	0,25 - 3	

Công nghệ mạ đồng xianua hiệu suất cao xem bảng 12.4.

Bảng 12.4. Công nghệ mạ đồng xianua hiệu suất cao.

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế					
	1	2	3	4	5	6
CuCN	67,5 - 82,5	67,5 - 82,5	49 - 127	49 - 127		
KCu(CN) ₂					270	200
NaCN			62 - 154		10	15
NaCN (tự do)	4 - 11		11 - 19			
KCN				76 - 178		
KCN (tự do)		7,5 - 15		11 - 19		
K ₂ CO ₃		0 - 120				
Na ₂ CO ₃	0 - 90					
KOH		30 - 52,5		31 - 52		
NaOH	22,5 - 37,5		22 - 37		5	5
KCNS					10	
NaCNS						
Na ₂ SO ₃					5	
1-4 Butidiol					1	0,5 - 2
Nhiệt độ (°C)	70 - 80	70 - 80	60 - 80	60 - 80		40
Mật độ dòng điện A/dm ²	3 - 5	3 - 6	1 - 11	1 - 11		1 - 2

Mạ đồng xianua hiệu suất cao dùng chất làm bóng như tiourê, cumarin v.v..., những chất này dùng phối hợp với các chất hoạt động bề mặt. Khi xử dụng chất làm bóng cần phải dùng dòng điện đổi chiều. Chu kỳ dòng điện đổi chiều 15 giây: 5 giây hoặc 20 giây: 5 giây. Nếu dùng mật độ dòng điện cao hoặc yêu cầu làm bằng tốt cần dùng dòng đổi chiều 60 giây: 45 giây. Nếu dùng dòng điện ngắt quãng, thường mạ 8 - 10 giây; ngừng 2 - 3 giây.

3. Pha chế dung dịch

Pha chế dung dịch xianua cần điều kiện thông gió tốt. Khi pha chế, hoà tan NaCN (hoặc KCN) trong nước nóng, vừa khuấy vừa cho từ từ CuCN, để nhiệt độ không cao quá 60°C. Hoà tan từng thùng riêng Na₂CO₃, NaOH, và NaKC₄H₄O₆. Hỗn hợp hoà tan hai loại trên, khuấy đều, cho nước đến mức quy định, lọc, phân tích và điều chỉnh dung dịch.

4. Duy trì công nghệ

(1) Duy trì dung dịch mạ lót đồng xianua

Điểm mấu chốt nhất dung dịch mạ lót đồng là khống chế hàm lượng NaCN tự do, bảo đảm trong phạm vi 5 – 11 g/l, sau đó là hàm lượng đồng, bảo đảm trong phạm vi 10 – 16 g/l. Nhưng do hiệu suất dòng điện anốt cao hơn hiệu suất dòng điện Catốt, cho nên phải treo ở anốt những tấm sắt không hoà tan, làm cho hiệu suất dòng điện giữa anốt, catốt bằng nhau; dung dịch mới ổn định.

Có thể lọc bằng than hoạt tính, giảm tạp chất hữu cơ, để phòng lớp mạ thô.

(2) Duy trì dung dịch mạ đồng xianua có $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6$.

Hàm lượng NaCN tự do của dung dịch mạ đồng xianua có $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ bảo đảm trong phạm vi 4 – 9 g/l. Khi quá thấp, anốt thụ động hoá, khi quá cao hiệu suất dòng điện giảm, lớp mạ mờ, khó đánh bóng.

Dung dịch có muối $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6$, khi gia nhiệt hiệu suất dòng điện catốt, anốt đều cao. (ở 70°C hiệu suất dòng điện catốt 40 – 70%, hiệu suất dòng điện anốt 50 – 70%. Vì thế không dùng anốt là thép hoặc chỉ dùng anốt thép 5 – 10% nhưng diện tích anốt lớn hơn gấp 2 lần diện tích catốt.

Khống chế pH của dung dịch rất quan trọng, thông thường phải đảm bảo pH = 12,2 – 12,8, nếu pH cao quá, thì hiệu suất dòng điện giảm, ăn mòn chi tiết kẽm đúc, nếu pH cao, điều chỉnh bằng NaHSO_4 .

(3) Duy trì dung dịch mạ đồng xianua hiệu suất cao

Hàm lượng NaCN tự do của dung dịch mạ đồng xianua hiệu suất cao trong phạm vi 10 – 20 g/l. Hàm lượng đồng của dung dịch trong phạm vi 45 – 55 g/l. Khi mạ dây đồng hàm lượng đồng 60 – 90 g/l.

Nếu sử dụng mật độ dòng điện cao, độ bóng cao, tốt nhất dùng dung dịch muối kali. Dung dịch muối kali không nhạy với tạp chất hữu cơ, dễ làm việc.

Diện tích giữa anốt và catốt trong phạm vi 4:1, không dùng anốt đồng phốtpho.

Dung dịch nhạy với tạp chất hữu cơ, làm cho lớp mạ tối, chàm kim. Trước khi mạ cần phải tẩy sạch dầu và rửa sạch. Nếu dung dịch có tạp chất hữu cơ cần phải cho H_2O_2 1 ml/l và lọc qua than hoạt tính.

(4) Khống chế hàm lượng nước cacbonat

Muối cacbonat quá nhiều làm giảm phạm vi mật độ dòng điện, giảm hiệu suất dòng điện, độ nhớt dung dịch tăng, thậm chí có kết tinh. Dung dịch mạ thông thường hàm lượng Na_2CO_3 trên 60 – 75 g/l đã có sự cố, dung dịch mạ hiệu suất cao Na_2CO_3 trên 90 g/l hoặc K_2CO_3 trên 118 g/l có sự cố.

Có thể khử Na_2CO_3 bằng phương pháp hạ nhiệt độ, nhiệt độ hạ xuống 0°C hoặc 5°C , thời gian trên 8 giờ có thể khử 25 – 45 g/l Na_2CO_3 , muối đồng mất đi 10%.

Khử K_2CO_3 bằng phương pháp kết tủa dùng muối canxi hoặc bari, cứ 1 gam $\text{Ba}(\text{OH})_2$ có thể kết tủa 2g K_2CO_3 .

(5) Khử tạp chất kim loại

Dung dịch xianua đồng hiệu suất cao rất nhạy với tạp chất.

Khử chì: Hàm lượng chì 0,08 g/l ảnh hưởng chất lượng mạ. Để khử chì, gia nhiệt dung dịch 60°C , vừa khuấy vừa cho Na_2S 0,2 – 0,4 g/l, sau đó cho than hoạt tính 0,2 – 0,4 g/l.

Khử crôm: Tạp chất crôm làm cho lớp mạ không đều, tối, giảm hiệu suất dòng điện. Để khử crôm, gia nhiệt dung dịch 60°C , cho 0,2 – 0,4 g/l $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$.

Khử kẽm: Tạp chất kẽm làm cho lớp mạ giòn, khi hàm lượng Zn^{+2} 0,4 g/l có hại lớp mạ. Khử tạp chất Zn bằng cách điện phân dung dịch với mật độ dòng điện 0,3 – 0,5 A/dm².

(6) Quan hệ giữa anốt hoà tan và thành phần dung dịch

Trạng thái anốt hoà tan mà phán đoán thành phần dung dịch, xem bảng 12.5.

Bảng 12.5. Quan hệ giữa anốt hoà tan và thành phần dung dịch.

Trạng thái anốt	Thành phần dung dịch
Màu đỏ mờ	Bình thường
Anốt hoà tan nhanh	Hợp chất xianua tự do quá cao
Gần anốt dung dịch màu xanh	Hợp chất xianua tự do quá thấp
Anốt có màng tối	Muối cacbonat quá nhiều
Anốt có màu đen	Có tạp chất chì
Anốt có màu xanh lục	Hợp chất xianua quá thấp

III – DUNG DỊCH MẠ ĐỒNG SUNPHÁT

1. Đặc điểm công nghệ

Thành phần dung dịch mạ đồng sunphát đơn giản, dung dịch ổn định, khi làm việc không có khí độc hại. Dùng chất làm bóng hợp lý có thể thu được lớp mạ bóng, độ bằng phẳng tốt. Nhưng khi quay bóng không được lớp mạ bóng. Dung dịch có khả năng phân bố kém, kết tinh không mịn. Chi tiết là sắt thép mạ đồng cần phải mạ lót.

2. Chế độ công nghệ

Thành phần chủ yếu dung dịch mạ đồng sunphat là CuSO_4 . CuSO_4 là muối cung cấp ion đồng, H_2SO_4 là chất dẫn điện, cải thiện bề ngoài lớp mạ. Chế độ công nghệ mạ đồng sun phat thông thường xem bảng 12.6.

Bảng 12.6. Chế độ công nghệ mạ đồng sunphat thông thường.

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế	
	1	2
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	150 - 250	150 - 200
H_2SO_4	45 - 110	50 - 70
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$		30 - 40
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	20 - 50	20 - 30
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	1 - 3	1 - 3

Chất làm bóng của dung dịch sun phat đồng gồm có 3 loại:

Chất hoạt động bề mặt (thí dụ như polighicola hoặc chất nhũ hoá OP), chất làm bóng chính (chủ yếu là chất làm bóng loại S, cấu tạo như sau: $\text{R} - \text{S} - \text{S} - (\text{CH}_2)\text{SO}_3 \text{X}$, X là Na hoặc H), chất làm bằng (hợp chất có vòng tạp và chất nhuộm, có tác dụng làm bằng và bóng ở chỗ mật độ dòng điện thấp).

Mạ bóng sun phat đồng cần có gốc clo 20 - 80 mg/l nếu không khu vực bóng hẹp, độ bóng giảm.

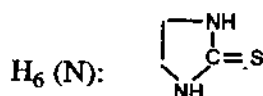
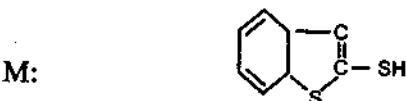
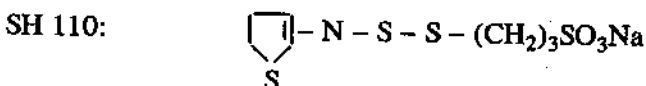
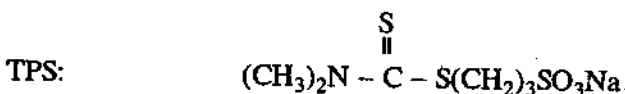
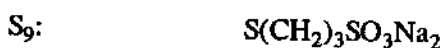
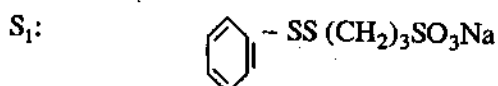
Chế độ công nghệ mạ bóng đồng sun phat xem bảng 12.7.

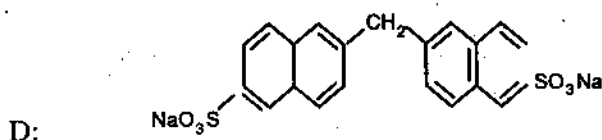
Bảng 12.7. Chế độ công nghệ mạ bóng đồng sun phat.

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế				
	1	2	3	4	5
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	180 - 220	180 - 240	150 - 220	180 - 220	180 - 220
H_2SO_4	50 - 70	50 - 70	50 - 70	50 - 70	50 - 70
S_1	0,01 - 0,02				
S_9			0,01 - 0,02		
S_{12}		0,03			
TPS				0,01	

<div> <div>Pha chế</div> <div>Hàm lượng (g/l)</div> <div>Thành phần và chế độ</div> </div>	1	2	3	4	5
SH - 110					0,005 - 0,02
H ₁	0,001	0,001			
H ₆ (N)			0,0002 - 0,0007	0,003 - 0,0008	
M			0,0003 - 0,001		
Gốc methyl xanh		0,01			
Gốc methyl tím				0,01	
D	0,2	0,2			0,01
Poliglicola (M 4000-6000)	0,03		0,05 - 0,1		
OP - 21		0,5		1	0,2 - 0,5
Gốc clo	902 - 0,08	0,02 - 0,08	0,02 - 0,08	0,02 - 0,08	0,02 - 0,08
Nhiệt độ (°C)	20 - 35	20 - 35	20 - 40	20 - 40	20 - 40
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	1 - 3	1,5 - 3,5	1 - 6	1 - 6	1 - 6

Những ký hiệu trong bảng là những chất hoá học sau:





3. Pha chế dung dịch

Hoà tan $CuSO_4$ trong nước nóng, để nguội, vừa khuấy vừa cho từ từ H_2SO_4 , làm loãng đến thể tích quy định.

Pha chất làm bóng như sau: poliglicola, OP 21, D, H_1 hoà tan trong nước nóng, M hoà tan trong nước sôi, gốc Metyl xanh, gốc metyl tím dùng C_2H_5OH để hoà tan sau đó dùng nước hoà tan, chất làm bóng S hoà tan trong nước nhiệt độ thường, vì nếu nhiệt độ cao quá $40^{\circ}C$ dễ bị hoà tan. Các chất làm bóng có thể pha thành hỗn hợp để sử dụng. Dùng nước cất để pha cần cho thêm 0,1 ml/l HCl. Sau khi để nguội chất làm bóng, vừa khuấy mạnh vừa cho vào bể mạ.

4. Duy trì công nghệ

Duy trì công nghệ mạ đồng sun phát thông thường rất đơn giản, sau đây là phương pháp duy trì công nghệ mạ đồng bóng sun phát:

(1) Anốt là đồng photpho, hàm lượng đồng trên 99,9% hàm lượng photpho 0,04% – 0,06%. Anốt bao bằng vải polivinyl để tránh mùn anốt lớp mạ thô.

(2) Dùng máy nắn dòng 3 pha được lớp mạ bóng.

(3) Nhiệt độ ảnh hưởng tới lớp mạ, nhiệt độ thấp hoặc cao quá phạm vi mạ bóng thu hẹp. Nhiệt độ cao khả năng làm bằng thấp, chất làm bóng tiêu hao nhanh.

(4) Dung dịch cần khuấy mạnh.

(5) Định kỳ lọc, tốt nhất là lọc liên tục.

(6) Chất làm bóng hỗn hợp để chờ khô ráo, thời gian để khoảng một năm. Nếu nhiệt độ cao quá $40^{\circ}C$ chất làm bóng bị phân huỷ.

(7) Cho chất làm bóng theo nguyên tắc "cho ít, nhiều lần". Tốt nhất tính toán theo ampe giờ mà cho vào. Dung dịch để lâu bị phân huỷ, nếu để quá lâu, trước khi mạ phải bổ xung chất làm bóng.

(8) Xử lý định kỳ bằng than hoạt tính. Khi xử lý cho 2 – 3 g/l than hoạt tính, khuấy 4 – 6 giờ, để lắng, lọc, bổ xung chất làm bóng, mạ thử.

(9) Hàm lượng $CuSO_4$ quá cao, kết tinh trên anốt, anốt thụ động hoá, lúc đó phải pha loãng dung dịch, sau khi làm loãng phải cho thêm H_2SO_4 .

(10) Hiện tượng châm kim xảy ra trong quá trình mạ, cách khắc phục như sau: Nâng cao hàm lượng CuSO_4 , cho lượng thích hợp chất làm bóng S, xử lý bằng than hoạt tính, kiểm tra hàm lượng gốc clo, nếu hàm lượng gốc clo cao thì xử lý bằng bột kẽm.

(11) Nếu lớp mạ có vết, do chất làm bóng S không đủ, cần cho thêm. Chờ mật độ dòng điện thấp bị mờ, do chất làm bóng không đủ. Nếu chất làm bóng quá lượng, lớp mạ mờ.

(12) Khống chế hàm lượng Cl^- rất quan trọng, thông thường phải đảm bảo trong phạm vi 2 – 80 mg/l. Gốc clo có lượng thích hợp dùng để kết tủa Cu^+ gây ra lớp mạ bóng không đồng đều. Nhưng nếu Cl^- quá cao, chỗ mật độ dòng điện thấp lớp mạ xấu, trên anốt tạo thành màng CuCl thụ động anốt. Nếu hàm lượng gốc clo quá cao khử bằng phương pháp sau:

Dùng bột kẽm khử Cu^{+2} thành Cu^{+1} , Cu^{+1} tác dụng với Cl^- tạo thành CuCl kết tủa, nếu khử 1 mg Cl^- cần 2,7mg bột kẽm nhưng hàm lượng kẽm không vượt quá 10 g/l, nếu không phạm vi sử dụng mật độ dòng điện bị thu hẹp.

IV – MẠ ĐỒNG PIRÔPHỐTPHAT

1. Đặc điểm công nghệ

Ưu điểm mạ đồng pirôphốtphat là khả năng phân bố tốt, không độc, ăn mòn ít, lớp mạ mịn, có thể mạ được lớp mạ dày.

Khuyết điểm: khi mạ trên sắt thép cần phải mạ lót. Độ nhớt dung dịch cao, khó lọc, sau khi mạ thời gian dài muối phốtphat tăng làm tốc độ kết tủa giảm. Ngoài ra giá thành đắt, xử lý nước thải khó khăn.

2. Chế độ công nghệ

Chế độ công nghệ điển hình mạ đồng pirophốt phát xem bảng 12.8.

Bảng 12.8. Chế độ công nghệ mạ đồng pirophốt phát

Thành phần và chế độ làm việc	Hàm lượng (g/l)
Cu^{+2}	22 - 38
$\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$	150 - 250
NO_3	5 - 10
NH_3	1 - 3
HPO_4^{2-}	< 113
Phụ gia hữu cơ	Thích hợp
Tỷ lệ $\text{P}_2\text{O}_7/\text{Cu}$	7:1 hoặc 8:1

Thành phần và chế độ làm việc	Hàm lượng (g/l)
pH	8,2 - 8,8
Nhiệt độ	50 - 60
Khuấy	Không khí nén
Diện tích anốt: Diện tích catốt	1:1 ~ 2:1

Bảng 12.9. Chế độ công nghệ mạ đồng muối pirôphotphat.

Hàm lượng (g/l) / Pha chế	1	2	3	4
Thành phần và chế độ				
$\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$	60 - 70	60 - 70	70 - 90	50 - 60
$\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	280 - 320	280 - 320	300 - 380	350 - 400
$\text{NH}_3\text{H}_2\text{O}$ (25%)		2 - 3 ml/l		2 - 3 ml/l
$(\text{NH}_4)_2\text{HC}_8\text{H}_5\text{O}_7$	20 - 25		10 - 15	
$\text{K}_3\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$			10 - 15	
$\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_3$		15 - 20		
KNO_3		15 - 20		
$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$		10 - 20		
SeO_2			0,008 - 0,02	0,008 - 0,02
$\text{C}_7\text{H}_5\text{NS}_2$			0,002 - 0,004	0,002 - 0,004
pH	8,2 - 8,8	8,2 - 8,8	8,0 - 8,8	8,4 - 8,8
Nhiệt độ (°C)	30 - 50	30 - 40	30 - 50	30 - 50
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	1 - 1,5	0,6 - 1,2	1 - 3	0,5 - 1
Khuấy	Di động Catốt	Di động Catốt	Di động Catốt	Di động Catốt

3. Pha chế dung dịch

(1) Điều chế $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$

Cho 1kg CuSO_4 phản ứng với 0,54 kg $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ hoặc 0,66 kg $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ tạo thành 1kg $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$.

Khi pha đem hai loại hoá chất trên hoà tan riêng biệt, cho từ từ muối pirôphotphat vào trong dung dịch đồng sun phat, khuấy đều. Sau phản ứng pH của dung dịch bằng 5 là thích hợp. Gạn, rửa kết tủa nhiều lần.

(2) Pha chế dung dịch

Hoà tan $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ trong thùng, sau đó cho $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$, khuấy đến khi hoà tan hoàn toàn.

Hoà tan muối citric, muối tatarat, muối nitrat, sau đó đổ vào thùng mạ. Làm loãng nước đến thể tích quy định.

Dùng axit citric hoặc KOH để điều chỉnh pH cho 1 – 2 ml/l H_2O_2 (30%) và 3 – 5 g/l than hoạt tính, nhiệt độ 50°C , thời gian 1 – 2 giờ, để lắng rồi lọc.

Chất làm bóng cho vào sau cùng. Hoà tan NH_4OH , SeO_2 trong nước, $\text{C}_7\text{H}_5\text{NS}_2$ hoà tan trong KOH, rồi mới cho vào. Nồng độ chất làm bóng trước khi cho không lớn hơn 1 g/l.

4. Duy trì công nghệ

(1) Phân tích điều chỉnh dung dịch có tỷ lệ:

$$P = \text{P}_2\text{O}_7/\text{Cu} = 7 : 1 \text{ hoặc } 8 : 1.$$

(2) NH_4OH dễ bay hơi, cần chú ý cho vào nhưng không quá lượng, thông thường mỗi ngày 1 mét vuông bề mặt bể xung 400 ml NH_4OH (25%).

(3) Để phòng tích lũy muối phốt phát, giá trị pH thấp ($\text{pH} < 7$), tỷ lệ P cao, nhiệt độ cao (trong $> 60^\circ\text{C}$) đều dẫn đến sự thủy phân muối pirophốtphat tạo thành muối phốt phát.

Có nhà máy để phòng sự thủy phân của muối pirophốtphat, nâng cao $\text{pH} = 8,6 - 9,2$, hàm lượng Cu trên 26 g/l, tương ứng nâng cao tỷ lệ P để tránh lớp mạ thô, như vậy dung dịch làm việc lâu dài.

Nếu muối phốt phát nhiều không có biện pháp xử lý chỉ làm loãng hoặc thay mới dung dịch.

(4) Dùng phương pháp khuấy mạnh: thí dụ khuấy bằng không khí nén, di động Catốt hoặc khuấy bằng siêu âm. Như vậy có thể nâng cao mật độ dòng điện và cải thiện chất lượng lớp mạ.

(5) Dùng phương pháp đổi chiều dòng điện.

Có thể cải thiện chất lượng lớp mạ. Dung dịch có chất làm bóng cần dùng dòng điện như vậy.

(6) Dung dịch có 0,005 g/l gốc xianua ảnh hưởng không tốt tới lớp mạ, có thể xử lý bằng 1 – 2 ml/l H_2O_2 (30%), nhiệt độ $50 - 60^\circ\text{C}$, thời gian 1 – 2 giờ.

(7) Chất làm bóng không cho quá nhiều, nếu không lớp mạ giòn. Xử lý tạp chất hữu cơ và chất làm bóng bằng 1 – 2 ml/l H_2O_2 (30%) và 3 – 5 g/l than hoạt tính.

V – CÁC DUNG DỊCH MẠ ĐỒNG KHÁC

Dung dịch flororat dùng mật độ dòng điện cao, tốc độ kết tủa nhanh, duy trì dễ dàng, độ dẻo lớp mạ tốt. Khuyết điểm độ ăn mòn lớn, giá thành cao.

Công nghệ mạ đồng muối flororat xem bảng 12.11.

Bảng 12.11. Công nghệ mạ đồng muối floborat.

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3
Cu(BF ₄) ₂	224	336	448
Cu	120	90	60
HF ₄	15	22,5	30
H ₃ BO ₃	15	22,5	30
pH	1,2 - 1,7	0,5 - 0,7	0,2 - 0,6
Nhiệt độ (°C)	27 - 49	27 - 49	27 - 49
Độ Bome (°Be)	21 - 22	29 - 31	27,5 - 39
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	đến 5	đến 15	đến 40
Điện thế (V)	3 - 8	3 - 12	3 - 12

Chú ý:

1) Pha chế 1: mạ chi tiết nhỏ; pha chế 2: mạ thông dụng; pha chế 3: mạ dây và mạ đúc.

2) Trong sản xuất thường đo nồng độ bằng độ Bome.

Duy trì dung dịch tốt phải đảm bảo hàm lượng đồng và pH dung dịch.

Dung dịch floborat không dùng chất làm bóng, nhưng nếu cho vào một ít CuSO₄ hoặc chất làm bóng đồng anốt có thể thu được lớp mạ bóng.

Tạp chất hữu cơ làm lớp mạ giòn, biến màu, xử lý bằng than hoạt tính.

Chương 13

MA NIKEN

I - KHÁI NIỆM

Niken (niken) là kim loại màu trắng; chịu axit loãng và kiềm loãng nhưng bị ăn mòn trong axit clohydric đặc, amoniắc, axit nitric, muối amôn, hợp chất xianua.

Niken không ổn định trong không khí, bề mặt niken bóng bị mờ trong không khí. Lớp mạ niken là lớp mạ catốt so với kim loại sắt, tính bảo vệ liên quan mật thiết với số lỗ xốp, lớp mạ niken có rất nhiều lỗ xốp. Vì thế trên sắt thép thường mạ lớp bảo vệ đồng, niken, crôm, lớp mạ đồng, crôm có ảnh hưởng quan trọng đến tính năng bảo vệ.

Hiện nay phát triển lớp mạ niken nhiều lớp - crôm; lớp mạ niken nhiều lớp nâng cao tính bền ăn mòn; vì thế được sử dụng rộng rãi.

Niken có độ cứng cao, lớp mạ niken được áp dụng trong trường hợp cần độ cứng và chịu mài mòn. Thí dụ như đúc điện, đúc khuôn kim loại chất dẻo v.v...

Có rất nhiều loại dung dịch mạ niken nhưng sử dụng nhiều nhất là dung dịch mạ niken Watt.

II - DUNG DỊCH MẠ NIKEN WATT

1. Đặc điểm công nghệ

Dung dịch mạ niken Watt là dung dịch có hóa chất cơ bản như niken sunfat, hợp chất clorua và axit boric. Dùng loại dung dịch như trên, lớp mạ niken kết tinh mịn, dễ đánh bóng, dẻo, tính bền ăn mòn tốt hơn mạ niken bóng. Dung dịch này cho thêm chất làm bóng, có thể trực tiếp mạ được lớp mạ bán bóng hoặc lớp mạ bóng, dung dịch có tác dụng làm bóng tốt, do đó bớt đi nguyên công đánh bóng lớp mạ, tạo điều kiện thuận lợi để tự động hóa.

2. Chế độ công nghệ

(1) Chế độ công nghệ mạ niken mờ

Dung dịch mạ niken mờ không có chất làm bóng. Muối niken sunfat là muối chính cung cấp ion niken, hợp chất clorua là chất hoạt hóa anốt, axit boric là chất đệm, để chống thâm kim dùng chất thấm ướt.

Chế độ công nghệ mạ niken mờ xem bảng 13.1.

Bảng 13.1. Chế độ công nghệ mạ niken mờ

<div>Pha chế</div> <div>Hàm lượng (g/l)</div> <div>Thành phần và chế độ</div>	1	2	3
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	250–300	150–400	180–250
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	30–60		
NaCl		8–10	10–12
H_3BO_3	35–40	30–35	30–35
Na_2SO_4		40–80	20–30
MgSO_4			30–40
$\text{CH}_3\text{S}_{25} \text{O}_4\text{Na}$	0,05–0,1	0,05–0,1	
pH	3–4	5,0–5,5	5,0–5,5
Nhiệt độ (°C)	45–60	18–35	20–35
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	1–2,5	0,5–1	0,8–1,5
Khuấy	Cần	Cần	Cần

(2) Chế độ công nghệ mạ niken bóng

Dung dịch mạ niken bóng trên cơ sở pha chế 1 trong bảng 13.1 có cho thêm chất làm bóng.

Chất làm bóng gồm có hai loại: chất làm bóng loại 1 là sắc karin, para toluensulfamat, naptalen v.v... Đặc điểm cấu tạo chất làm bóng loại 1 có gốc SO_2 , bên cạnh gốc SO_2 có liên kết cacbon không bão hòa. Thí dụ: $\text{C} = \text{C} - \text{CSO}_2$, $\text{C} = \text{C} - \text{SO}_2$ – hoặc $\text{C} \equiv \text{C} - \text{C} - \text{SO}_2$ –

Chất làm bóng loại I thông qua liên kết cacbon không bão hòa, hấp phụ điểm sinh trường trên catốt, làm cho điện thế catốt âm hơn 15 – 45 mV. Nếu cho nhiều cũng chỉ hấp phụ điểm sinh trường, điện thế catốt không thay đổi rõ rệt. Vì thế hàm lượng giới hạn trên không chặt chẽ, lượng dùng trong phạm vi rộng 1 – 10 g/t. Trong quá trình điện phân, chúng bị khử trên catốt, thành hợp chất lưu huỳnh lẫn vào lớp mạ, vì vậy hàm lượng lưu huỳnh trong lớp mạ khoảng 0,03% ÷ 0,04%.

Chất làm bóng loại I không ảnh hưởng rõ rệt tới độ bám chắc và phạm vi mật độ dòng điện. Chúng làm giảm ứng suất nội gây ra do chất làm bóng loại II, khi đạt đến nồng độ nhất định, không có ứng suất nội.

Khi sử dụng chất làm bóng loại I không có tác dụng tăng độ bóng.

Chất làm bóng loại II là chất cumarin, 1–4 butidiol, quinolin, p.aminoazo benzen v.v... Đặc điểm cấu tạo chất làm bóng loại II có liên kết không bão hòa như: $\text{C} = \text{O}$, $\text{C} \equiv \text{C}$, $\text{C} = \text{C}$, $\text{C} = \text{N}$, $\text{N} = \text{N}$, $\text{N} = \text{O}$ v.v...

Chất làm bóng loại II làm cho điện thế catốt âm hơn, khi nồng độ cho vào càng tăng thì càng âm. Khi sử dụng đơn độc lớp mạ giòn, ứng suất cao, khi điện thế catốt âm hơn 50mV, lớp mạ bóng, vì thế. Không được sử dụng đơn độc. Chúng còn bị khử trên catốt làm cho lớp mạ ngậm cacbon.

Dùng phối hợp chất làm bóng loại II và loại I được lớp mạ bóng, bằng phẳng, giảm ứng suất nội. Tính làm bằng của nhóm andehyt thấp nhất, tính làm bằng của nhóm $C \equiv C$ và $C = N$ tốt nhất.

Kẽm, silen, cacđimi v.v... cũng có thể phối hợp với các chất làm bóng loại I, nhưng hàm lượng không quá nhiều.

Chất làm bóng và công nghệ tương ứng mạ bóng niken xem bảng 13.2.

Bảng 13.2. Chất làm bóng và công nghệ mạ bóng niken

Hàm lượng (g/l) Chất làm bóng	Pha chế			
	1	2	3	4
Sắc karin $C_8H_5COSO_2NH$	0,6-1	0,6-1	1-2	
1 - 4 Butidiol $C_4H_8O_2$	0,3-0,5	0,3-0,5		
Cumarin $C_9H_6O_2$		0,1-0,3	0,5-1	
Turbo Make up				5-10 ml/l
Turbo Maintenance				0,5-0,8 ml/l
62A				1-5 ml/l
Nhiệt độ (°C)	40-50	45-55	40-45	50-60
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	1,5-3	2-4	1,5-3	2-8

(3) Chế độ công nghệ mạ niken nhiều lớp

Mạ niken nhiều lớp bao gồm mạ niken hai lớp và mạ niken ba lớp.

Mạ niken hai lớp bao gồm lớp mạ bán bóng có hàm lượng lưu huỳnh nhỏ hơn 0,005%, sau đó là lớp mạ bóng có hàm lượng lưu huỳnh lớn hơn 0,04% (0,04 - 0,08%). Độ dày lớp mạ bán bóng không nhỏ hơn 60% tổng độ dày lớp mạ. Thông thường tỷ lệ độ dày hai lớp mạ là 3:1.

Tính năng bảo vệ lớp mạ niken hai lớp do điện thế chênh lệch của hai lớp mạ. Dùng phương pháp STEP kiểm tra, điện thế chênh lệch giữa hai lớp mạ lớn hơn 125 mV, vì thế sự ăn mòn tập trung phát triển theo hướng ngang lớp mạ niken bóng, bảo vệ sắt thép khỏi ăn mòn.

Lớp mạ bóng ba lớp nghĩa là trong lớp mạ niken hai lớp còn có một lớp niken nhiều lưu huỳnh, khiến cho sự ăn mòn tập trung vào lớp niken nhiều lưu huỳnh và phát triển theo hướng ngang. Hàm lượng lưu huỳnh vào khoảng 0,15%, độ dày 2,5 μm , tỷ lệ độ dày bán bóng và mạ bóng là 1: 1.

Chế độ công nghệ mạ niken bán bóng xem bảng 13.3.

Chế độ công nghệ mạ niken nhiều lưu huỳnh xem bảng 13.4.

Bảng 13.3. Chế độ công nghệ mạ niken bán bóng

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế		
	1	2	3
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	280-300	240-280	270-320
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	30-40	45-60	35-45
H_3BO_3	35-40	30-40	38-45
$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2$	0,15-0,30		
HCHO	0,15-0,20		
$\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4\text{Na}$	0,1	0,01-0,02	
$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$		0,2 - 0,3	
CH_3COOH		1-3	
B Make - up			9-12ml/l
Leveler TL			0,4-1,5ml/l
62A			1 - 3 ml/l
Nhiệt độ (°C)	55-60	45-50	52-60
Mật độ dòng điện	3-4	3-4	3-8
pH	3,8-4,2	4,0-4,5	3,8-4,3
Khuấy	Di động hoặc súc khí	Di động hoặc súc khí	Di động hoặc súc khí

Bảng 13.4. Chế độ công nghệ mạ niken nhiều lưu huỳnh

Thành phần và chế độ	Hàm lượng (g/c)
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	260-300
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	40-60
H_3BO_3	30-40
Formalin ml/l	0,6-0,1
p.aminobenzen sunfamid	0,18-0,25
pH	4,3-5
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	2-7
Nhiệt độ (°C)	50-60

Gắn đây người ta còn mạ nicomposit, cho nhiều đặc tính cơ lý hóa rất quý. Lớp nicomposit được mạ ra ngoài lớp Ni bóng nhờ một dung dịch niken bóng khác có cho thêm các hạt phi kim loại (đường kính 0,01 – 0,5 μm), trong điều kiện khuấy mạnh. Thời gian mạ 8 – 5 phút, lượng tạp chất phi kim loại trong lớp mạ chiếm 2 – 3%.

Do những hạt nhỏ phi kim loại không dẫn điện, không mạ được crôm, sẽ hình thành vi lỗ. Khi mật độ vi lỗ 5000 – 10.000 lỗ/ cm^2 , độ bền chống gỉ nâng cao, khi mật độ vi lỗ 20.000 – 40.000 lỗ/ cm^2 , độ bền chống gỉ nâng cao rõ rệt. Khi mật độ vi lỗ 80.000 lỗ/ cm^2 độ bóng lớp mạ giảm. Vì thế để nâng cao độ bền ăn mòn thì mật độ vi lỗ 50.000 – 60.000 lỗ/ cm^2 .

Mạ Ni composit trong bể mạ đặc biệt; ở dưới đáy bể tập trung hạt nhỏ rơi xuống, sau đó dùng phương pháp khuấy bằng không khí nén, cấu tạo bể xem hình 13.1. Chế độ công nghệ mạ Nicomposit xem bảng 13.5.

Trước khi chi tiết đưa vào bể mạ composit, cần phải khuấy đều bằng không khí nén, chi tiết phải lắp chặt với giá treo; để khỏi bị rơi, tất cả bề mặt chi tiết phải tiếp xúc với hạt nhỏ phi kim loại.

Bảng 13.5. Chế độ công nghệ mạ niken composit

Thành phần và chế độ làm việc	Hàm lượng (g/l)
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	350–380
NaCl	12–18
H_3BO_3	40–45
Sackarin $\text{C}_6\text{H}_5\text{COSO}_2\text{NH}_2$	2,5–3
1–4 Butidiol $\text{C}_4\text{H}_9\text{O}_2$	0,4–0,5
Poliglicola $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}) \text{CH}_2\text{OH}$	0,15–0,2
Silic oxit SiO_2 (đường kính < 0,5 Microm)	50–70
pH	4,2–4,6
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	55–60
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	3–4
Khuấy	Không khí nén
Thời gian (phút)	3–5

(4) Chế độ công nghệ mạ niken quay

Mạ quay niken mở dung dịch cũng giống như mạ treo, nếu mạ niken bóng pha chế như mạ treo, thùng quay phải ngập toàn bộ trong dung dịch nếu

không lớp mạ dày, dễ phân lớp. Chế độ công nghệ mạ quay niken bóng ngáp một nửa xem bảng 13.6.

Bảng 13.6. Chế độ công nghệ mạ niken bóng quay

<div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg);"> Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ </div>	1	2
$\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	200–250	300–400
NaCl	15–20	25–35
H_3BO_3	35–40	30–40
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	20–25	
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COSO}_2\text{NH}$	0,5–1	0,3–0,6
Cd Cl_2	0,001–0,01	
$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$		0,3–0,6
pH	4,2–4,6	4,5–4,8
Nhiệt độ (°C)	20–35	25–40
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	0,5–1	0,5–1,5
Điện thế (V)	4–5	4–5

3. Pha chế dung dịch

Hòa tan NiSO_4 , NiCl_2 (hoặc NaCl) trong nước nóng, trong thùng khác hòa tan H_3BO_3 trong nước nóng 70 – 80°C, hỗn hợp hai loại được cho nước làm loãng đến thể tích quy định. Cho 0,1 – 1 ml/l H_2O_2 (30%) và 1 – 3 g/l than hoạt tính, tăng nhiệt đến 60 – 65°C, khuấy đều 2 giờ, để lắng rồi lọc, điều chỉnh pH trong phạm vi quy định bằng NaOH loãng hoặc H_2SO_4 loãng.

$\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4\text{Na}$ hòa tan trong nước, đun sôi 15 – 30 phút sau đó sử dụng.

Cumarin hòa tan trong axit axêtic hoặc cồn êtylic, các chất làm bóng khác hòa tan trong nước. Những chất mua ở ngoài phải sử dụng theo thuyết minh.

4. Duy trì công nghệ

(1) NiSO_4 sử dụng hợp quy cách, cần chú ý tạp chất kẽm. NiSO_4 nhiều kẽm, mật độ dòng điện thấp bị đen, khó xử lý.

(2) anốt niken làm tấm điện phân hoặc tấm cán sau khi đúc. Cũng có thể dùng niken hạt (có chứa 0,02% lưu huỳnh) cho vào gio titan, cần bao anốt.

(3) Cần thường xuyên xác định và điều chỉnh độ pH.

(4) Cho $C_{12}H_{25}SO_4Na$ qua xác định sức căng bề mặt. Sức căng bề mặt thông thường là $(2,8 - 3,0) \times 10^{-9} \text{ N/cm}$.

(5) Cho chất làm bóng thông qua điện lượng Ampe giờ cần cho ít và nhiều lần. Cần chú ý chất lượng làm bóng.

(6) Mạ niken bóng, mạ niken nhiều lớp cần phải lục liên tục bằng máy lọc có cột lọc chuyên dùng. Mỗi tuần cần phải cho vào máy lọc 1-2 lần 2-4 g/100 lít than hoạt tính để không chế tạp chất hữu cơ nhiễm bẩn. Hệ thống cần có bể điện phân, dùng catốt là tấm sắt uốn lượn sóng, điện phân liên tục để khử tạp chất với dòng điện $0,2 \text{ A/dm}^2$.

(7) Nếu không sử dụng biện pháp xử lý liên tục có thể xử lý định kỳ, căn cứ vào điều kiện thực tế, cách 1 - 3 tháng xử lý một lần, cho $0,5 - 1 \text{ ml/l H}_2\text{O}_2$ và $1 - 3 \text{ g/l}$ than hoạt tính, nhiệt độ $60 - 65^\circ\text{C}$, khuấy 2 giờ. Dùng NaOH loãng điều chỉnh $\text{pH} \approx 5,5$, để lắng rồi lọc. Điều chỉnh lại pH và bổ sung chất làm bóng có thể sử dụng.

Chú ý than hoạt tính không có lưu huỳnh và kẽm.

(8) Ảnh hưởng của tạp chất và phương pháp khử

Ảnh hưởng của tạp chất xem bảng 13.7 và ảnh hưởng của phương pháp khử tạp chất xem bảng 13.8.

Bảng 13.7. Ảnh hưởng của tạp chất

Các loại tạp chất	Hàm lượng có hại	Ảnh hưởng
Fe^{+2}	0,03 - 0,05	Lớp mạ giòn, gây chàm kim
Cu^{+2}	0,01 - 0,05	Chỗ mặt độ dòng điện thấp đen, khi quá nhiều lớp mạ có dạng bọt biển.
Zn^{+2}	0,02	Lớp mạ giòn, xuất hiện vết đen, chỗ mặt độ dòng điện thấp đen
Cr^{+6}	0,01	Hiệu suất dòng điện giảm, lớp mạ đen, giòn khi hàm lượng 0,1 g/l không có lớp mạ niken
NO_3^-	Vi lượng	Lớp mạ đen, giòn, khi uốn cong có dạng bột, khi hàm lượng 0,2 g/l hiệu suất dòng điện giảm, lớp mạ đen.
Tạp chất hữu cơ		Lớp mạ giòn, đen hoặc bóng, sinh ra vết, chàm kim v.v...

Bảng 13.8. Phương pháp khử tạp chất

Các loại tạp chất	Phương pháp khử
Fe^{+2}	Cho 1 – 2 ml H_2O_2 (30%), gia nhiệt 60°C , khuấy 1 – 2 giờ, điều chỉnh pH = 5,5, bảo ôn 1 – 2 giờ, để lắng, lọc.
Cu^{+2}	Điều chỉnh pH = 3, điện phân với mật độ dòng điện 0,05 – 0,1 A/dm ² , catốt là tấm sắt uốn lượn sóng, khi xử lý cần khuấy.
Zn^{+2}	Điều chỉnh pH = 6 cho 5 – 10 g/l CaCO_3 đến pH = 6,3; gia nhiệt 60°C , khuấy 1 – 2 giờ, để lắng 4 giờ, lọc, có khi phải làm nhiều lần. Khi xử lý muối niken mất 10%.
Cr^{+6}	Ở nhiệt độ 60°C cho 0,02 – 0,4 g/l $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, khuấy 1 giờ, điều chỉnh pH = 5,0 – 5,5 để lắng rồi lọc, cho H_2O_2 để khử $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ dư.
NO_3^-	Điều chỉnh pH = 1 – 2, tăng diện tích anốt, điện phân với mật độ dòng điện cao, sau đó giảm xuống 0,2 A/dm ² , để NO_3^- khử thành NO_2^+ , đến khi dung dịch trở lại bình thường.
Tạp chất hữu cơ	Xử lý tạp chất hữu cơ bằng phương pháp xử lý định kỳ H_2O_2 và than hoạt tính.

Để khử tạp chất kim loại phải dùng sản xuất, dùng phương pháp che lấp tạp chất kim loại, không phải dùng sản xuất. Những chất che lấp này là chất tạo phức với tạp chất kim loại, làm cho nồng độ tự do của tạp chất này giảm đi, thay đổi điện thế tách ra của chúng, do đó loại bỏ những ảnh hưởng của chúng. Sau khi tạo phức với một số tạp chất, có một số ít tạp chất tách ra cùng niken.

Chất che lấp này thường dùng là axit utric, axit tataric, hàm lượng cho vào là 2 – 5 g/l.

Trên thị trường có bán các chất khử tạp chất, thí dụ như 999: khử tạp chất hữu cơ; 990 khử tạp chất sắt, đồng, kẽm v.v...

(9) Khắc phục các sự cố thường xảy ra

a) Khi xảy ra châm kim, kiểm tra khuấy trộn dung dịch mạnh hay yếu, pH cao hay không, kịp thời điều chỉnh. Kiểm tra sức căng bề mặt, cho chất thấm ướt. Kiểm tra ảnh hưởng của sắt và tạp chất hữu cơ và tìm cách xử lý tương ứng. Chi tiết qua đánh bóng còn keo động vật dính vào hay không. Ngoài ra, chất phụ gia không đúng quy cách cũng gây châm kim, thử nghiệm bằng dung dịch mới.

b) Chỗ mật độ dòng điện thấp đen phải khử đồng hoặc kẽm.

c) Khi lớp mạ giòn hoặc có vết phải bổ sung sắc karin hoặc xử lý tạp chất hữu cơ.

d) Lớp mạ đen, hiệu suất dòng điện giảm, cần phán đoán là Cr^{+6} hay NO_3^- , nếu chưa tìm ra đầu tiên khử Cr^{+6} , nếu không được lại khử tiếp NO_3^- .

e) Lớp mạ gai kiểm tra hệ thống lọc và bao anốt, lọc dung dịch.

i) Khi anốt thụ động, diện tích anốt có nhỏ hay không, bổ sung ngay anốt. Nếu gốc Cl^- thấp cần điều chỉnh.

k) Phạm vi mạ bóng hẹp, độ bóng thấp cần phải điều chỉnh pH nhiệt độ và điều chỉnh chất làm bóng bằng bể thí nghiệm Hull.

n) Độ bám chắc lớp mạ không tốt cần phải kiểm tra gia công trước khi mạ. Kiểm tra gia công cơ khí và quá trình nhiệt luyện, khi cần thiết phải nhiệt luyện lại.

III – MẠ NIKEN DUNG DỊCH MUỐI SUNFAMAT

Dung dịch mạ niken muối sunfamat kết tủa nhanh, được lớp mạ ứng suất bé, dùng để mạ đúc và chế tạo khuôn điện hóa. Chế độ công nghệ xem bảng 13.9.

Bảng 13.9. Chế độ công nghệ mạ niken muối sunfamat

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế		
	1	2	3
$\text{Ni}(\text{NH}_2\text{SO}_3)_2$	450	270-330	65-780
H_3BO_3	30	30-45	36-48
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$		15-30	6-18
Chất thấm ướt	0,05		
pH	3,5-5,0	3,5-4,2	4,0
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	2-16	2-14	60-70
Nhiệt độ ($^\circ\text{C}$)	38-60	25-70	60-70

Không chế nhiệt độ và mật độ dòng điện cho có saccarin hoặc muối coban có thể không chế ứng suất nội lớp mạ, trong một số trường hợp có thể thu được lớp mạ ứng lực bằng không.

IV – DUNG DỊCH MẠ NIKEN PINOPHÔTPHAT

Dung dịch mạ niken pirophosphat có thể mạ trực tiếp trên kẽm đúc, chế độ công nghệ xem bảng 13.10a.

Bảng 13.10a. Chế độ công nghệ mạ niken pirophốt phát

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế	
	1	2
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	120	
$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$	65	
NaHSO_4	2	
$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	60	
NaCl	30	
NH_4OH (28%)	30–60	
$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$	15	
$\text{Ni}_2\text{P}_2\text{O}_7$		73
$\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$		200
KCl		10
$(\text{NH}_4)_2\text{HC}_6\text{H}_5\text{O}_7$		20
pH	7,5–9	9
Nhiệt độ (°C)	25–35	50–60
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	0,2–2	5

V – MẠ NIKEN ĐEN

Mạ niken đen thực tế là lớp mạ hợp kim. Thành phần dung dịch khác nhau, thành phần hợp kim khác nhau. Mạ niken đen dùng trong công nghiệp quang học, chế tạo vũ khí và nhãn mác. Thông thường lớp mạ niken đen dày 2 μm , độ bền chống gỉ kém, sau khi mạ cần sơn.

Dung dịch mạ niken đen có hai loại, loại thứ nhất ngoài muối niken còn có muối kẽm sunfat và muối sunpho xianua. Lớp mạ đen từ dung dịch này có hàm lượng niken 40 – 60%, kẽm 20 – 30%, lưu huỳnh 10 – 15%, chất hữu cơ 10%. Trong quá trình mạ, lưu huỳnh trong ion CNS^- chuyển thành ion lưu huỳnh, kết hợp với niken tạo thành nikensunfua màu đen. Sự phân hủy của muối sunfoxianua là nguyên nhân chủ yếu có chất hữu cơ trong lớp mạ. Chế độ công nghệ xem bảng 13.10b.

Bảng 13.10b. Chế độ công nghệ mạ niken đen loại thứ nhất

<div> <div>Pha chế</div> <div>Hàm lượng (g/l)</div> </div> <div>Thành phần và chế độ</div>	1	2	3	4	5	6
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	70–100	60–75				115–125
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$			75	50–70	50–70	
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	40–45	30				20–25
ZnCl_2			30	10–15	10–15	
NaCl				15–25		
NH_4Cl				20–40	45–55	
H_3BO_3	25–35			30–40	30–40	
NaCNS		12,5–15	15			
NH_4CNS	25–35				15–20	20–25
$\text{NiSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	40–60	35–45				
$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$					10–15	
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$						30–55
Anốt	niken	niken	niken	niken	niken	niken
pH	4,5–5,5	5,8–6,1	5	4–5,5	4–5,5	5,0–5,8
Nhiệt độ (°C)	30–60	25–85	20–35	40–45	40–50	thường
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	0,1–0,4	0,05–0,15	0,15	0,5–2	0,5–2	0,1–0,3

Chế độ công nghệ mạ niken đen muối moluytđat loại thứ hai xem bảng 13.11, mạ niken đen quay xem bảng 13.12.

Bảng 13.11. Chế độ công nghệ mạ niken đen loại thứ hai

<div> <div>Pha chế</div> <div>Hàm lượng (g/l)</div> </div> <div>Thành phần và chế độ</div>	1	2
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	120 – 150	120
$(\text{NH}_4)_6\text{M}_{0,7}\text{O}_{24}4\text{H}_2\text{O}$	30 – 40	30 – 40
H_3BO_3	20 – 25	
CH_3COONa		20
pH	4,5 – 5,5	3 – 4
Nhiệt độ (°C)	20 – 35	30 – 40
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	0,15 – 0,3	0,2 – 0,5

Bảng 13.12. Công nghệ mạ niken đen quay

Thành phần và chế độ làm việc	Hàm lượng (g/l)
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	67,5
NH_4Cl	67,5
NaCl	22,5
ZnCl_2	11,25
$\text{NaK C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	11,25
Nhiệt độ	25 – 35
pH	6,0 – 6,3

Sắt thép mạ niken đen, độ bám chắc kém, cần phải mạ lót đồng, mạ kẽm sau đó mạ niken đen.

Mạ niken đen, khi đưa vật cần mạ vào bể phải có điện, không được ngắt điện bể mạ. Giá treo mạ sau 2 – 3 lần phải tẩy lớp mạ để đảm bảo dẫn điện tốt.

Mạ niken đen có thể dùng chất thấm ướt, di động Catốt để tránh sinh điểm trắng. Chất hữu cơ nhiều, dung dịch có độ nhớt cũng sinh ra điểm trắng, lúc này cần phải xử lý bằng 5 g/l than hoạt tính.

Nếu lớp mạ không đen, có màu nâu hồng hoặc màu vàng, cần kiểm tra mật độ dòng điện có phải thấp quá không, dẫn điện tốt không, nhiệt độ cao không. Nếu các điều kiện trên bình thường thì phân tích hàm lượng muối sunfôxianua, kẽm sunfat hoặc amôn moluydat, nếu chưa đủ cần bổ sung.

Lớp mạ kẽm đen bị bong ngoài việc tẩy dầu, tẩy gỉ trước khi mạ không tốt còn do hàm lượng kẽm quá thấp, giá trị pH cao v.v...

MẠ CRÔM BẢO VỆ TRANG SỨC

I - KHÁI NIỆM

Lớp mạ crôm là lớp mạ bảo vệ trang sức rất quan trọng. Bởi vì bề mặt crôm rất dễ sinh ra lớp màng thụ động (lớp oxy hóa), do đó rất ổn định trong không khí, khó biến màu và mất bóng. Crôm không bị ăn mòn trong các hóa chất xâm thực trừ có axit HCl và H_2SO_4 nóng. Crôm là chất rất ổn định, bề mặt không bị nhiễm bẩn.

Lớp mạ crôm có cấu tạo và tổ chức khác với crôm đúc có độ cứng và chịu mài mòn rất cao, dùng để mạ hồi phục những chi tiết bị mài mòn.

Dung dịch mạ crôm là dung dịch axit cromic, nhưng nếu chỉ dùng đơn thuần axit cromic không kết tủa được crôm, chỉ có khí hydro thoát ra. Trong dung dịch còn cần chất xúc tác ion âm, dung dịch dùng chất xúc tác SO_4^{2-} là dung dịch crôm thông thường, dung dịch dùng chất xúc tác SO_4^{2-} và SiF_6^{2-} gọi là dung dịch phức hợp, dung dịch dùng chất xúc tác $SrSO_4$ và K_2SiF_6 là dung dịch crôm điều chỉnh tự động.

Để nâng cao độ bền chống gỉ của lớp mạ đồng - niken - crôm hoặc niken - crôm người ta phát triển công nghệ mạ vi lỗ, mạ crôm không có vết nứt hoặc vết nứt nhỏ.

Để làm giảm ô nhiễm do Cr^{+6} gây ra, phát triển công nghệ mạ crôm nồng độ loãng và mạ crôm hóa trị ba. Nhưng mạ crôm hóa trị ba còn ở trong giai đoạn thí nghiệm. Mạ crôm đen thực chất là lớp mạ hợp kim, dùng trong công nghiệp quang học hoặc chế tạo vũ khí.

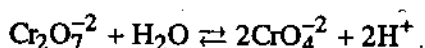
II - MẠ CRÔM THÔNG THƯỜNG

1. Đặc điểm công nghệ

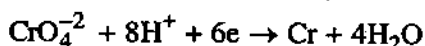
Mạ crôm thông thường dùng dung dịch axit cromic có chất xúc tác gốc sunfat, hiệu suất dòng điện 8 - 13%. Lớp mạ bóng, dễ đánh bóng, độ cứng tế vi 600 - 900 HV, dung dịch ăn mòn thiết bị ít. So với mạ crôm phức hợp, khả năng phân bố kém, nhưng ảnh hưởng của tạp chất nhỏ, dễ duy trì bảo vệ dung dịch, vì vậy được sử dụng rộng rãi.

2. Chế độ công nghệ

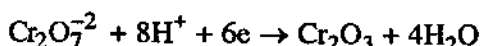
Hàm lượng CrO_3 trong dung dịch mạ crôm thông thường trong khoảng 150 – 400 g/l. CrO_3 trong dung dịch tồn tại ở dạng $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ cùng với CrO_4^{2-} có cân bằng sau:



Kết tủa lớp mạ crôm do sự khử trực tiếp Cr^{+6}



Đồng thời trên catốt cũng xảy ra phản ứng sau:



Nhưng dung dịch còn thoát ra khí hydrô. Trên bề mặt Catốt hình thành màng mỏng $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})$, CrO_4 , chỉ có nguyên tử hydrô xuyên qua. Khi có ion SO_4^{2-} , màng mỏng catốt có nhiều lỗ, vì thế CrO_4^{2-} mới có phản ứng trên catốt.

Có người cho rằng Cr^{+3} là điều kiện cần thiết kết tủa crôm, trên thực tế không cần Cr^{+3} cũng kết tủa crôm, có lượng nhỏ Cr^{+3} , nâng cao khả năng phân bố, nhưng quá nhiều Cr^{+3} làm khả năng phân bố giảm.

Dung dịch mạ crôm còn cho chất hoạt động bề mặt cacbon – flo để chống sự bay hơi crôm.

Chế độ công nghệ mạ crôm thông thường xem bảng 14.1.

Bảng 14.1. Chế độ công nghệ mạ crôm thông thường

<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Hàm lượng (g/l)</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Pha chế</div> </div>		1	2	3	4
Thành phần và chế độ					
CrO_3		150–180	230–270	280–320	390–410
H_2SO_4		1,5–1,8	2,3–2,7	2,8–3,2	3,9–4,1
Cr^{+3}		1,5–3,6	2,3–5,42	2,8–6,4	3,9–8,2
Mạ bóng	Nhiệt độ (°C)		40–50	40–50	40–45
	Mật độ dòng điện (A/dm ²)		10–20	10–20	10–25
Mạ sữa	Nhiệt độ (°C)	58–62	58–62	58–62	58–62
	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	30–45	30–45	30–45	30–45

Pha chế 1: Mạ crôm sữa (như mạ crôm chỉ tiết phun cát)

Pha chế 2: Kết tủa nhanh, dùng rộng rãi.

Pha chế 4: Khả năng phân bố và dẫn điện tốt

Pha chế 3: Nằm giữa 2 và 4.

Hai yếu tố quan hệ rất mạnh đến quá trình làm việc của bể mạ crôm là mật độ dòng điện và nhiệt độ. Chúng có quan hệ chặt chẽ với nhau, yếu tố này thay đổi thì yếu tố kia cũng thay đổi. Khi tăng nhiệt độ dung dịch sẽ làm giảm hiệu suất dòng điện, thu hẹp khoảng làm việc của mật độ dòng điện, tăng độ bay hơi dung dịch, do đó phải tăng mật độ dòng điện để giữ cho quá trình mạ được bình thường. Ngoài ra mạ ở nhiệt độ cao sẽ làm giảm độ cứng lớp mạ crôm.

Khi mạ crôm trang sức ở nhiệt độ $45 \pm 2^\circ\text{C}$, mật độ dòng điện $15 - 25 \text{ A/dm}^2$ thì có thể thu được lớp mạ bóng. Nếu nhiệt độ thấp quá hoặc cao quá thì lớp mạ mờ. Mật độ dòng điện cao quá thì ở biên và đầu nhọn lớp mạ bị cháy và đen.

3. Pha chế dung dịch

Khi pha chế dung dịch mạ crôm cần dùng CrO_3 có độ tinh khiết cao, hàm lượng H_2SO_4 trong CrO_3 không vượt quá mấy phần nghìn, không có gốc clo và chất xúc tác khác.

Khi pha dung dịch, hòa tan CrO_3 trong 2/3 thể tích nước, cho nước đến mức quy định. Lấy mẫu kiểm tra CrO_3 và gốc H_2SO_4 . Cho H_2SO_4 theo hàm lượng quy định. crôm hóa trị ba có thể điều chế bằng cách xử lý điện phân catốt lớn, anốt nhỏ hoặc cho crôm sunfat, oxy già (cho $10 \text{ g/l H}_2\text{O}_2$ 30% tạo thành $2,5 \text{ g/l Cr}^{+3}$).

Nếu như bể mạ lót chì, dung dịch cần khuấy đều, treo các cực bể mạ, xử lý điện phân vài giờ, nếu không cho đầy dung dịch bể mạ bị ăn mòn.

4. Duy trì công nghệ

(1) Không chế tốt tỷ lệ $\text{CrO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4$

Khi mạ crôm trang sức tỷ lệ $\text{CrO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 = 90 - 100 : 1$. Nếu tỷ lệ lớn, tốc độ kết tủa nhanh, độ bóng lớp mạ kém lúc này cần bổ sung H_2SO_4 . Nếu như đồng thời bổ sung CrO_3 , trước tiên bổ sung CrO_3 , sau đó phân tích hàm lượng SO_4^{2-} và bổ sung H_2SO_4 . Như vậy hàm lượng H_2SO_4 có trong CrO_3 được điều chỉnh. Nếu tỷ lệ nhỏ, bổ sung CrO_3 hoặc dùng BaCO_3 để kết tủa gốc sunfat. Cứ cho 2 g BaCO_3 có thể kết tủa 1 g SO_4^{2-} .

(2) Không chế hàm lượng Cr^{+3}

Hàm lượng Cr^{+3} bằng 1% - 2% hàm lượng CrO_3 . Thông thường không chế trong phạm vi dưới 6 g/l , không vượt quá 10 g/l .

Khi SO_4^{-2} quá cao, Cr^{+3} dễ tăng cao, nếu diện tích anốt nhỏ hoặc dẫn điện không tốt, Cr^{+3} cũng tăng cao. Khi Cr^{+3} quá cao thì điện phân với dòng điện $D_a = 1,5 - 2 \text{ A/dm}^2$, $S_A : S_K = 10 \sim 30:1$ đến khi hàm lượng Cr^{+3} giảm đi.

(3) Anốt

Anốt thường dùng hàm lượng Sb 6 – 8%, anốt cần phải cọ rửa sạch, để đảm bảo dẫn điện tốt.

(4) Nguồn điện

Dùng máy nắn dòng ba pha hoặc sáu pha, biên độ dao động sóng rất nhỏ.

(5) Tạp chất

Tạp chất kim loại (như Cu^{+2} , Zn^{+2} , Ni^{+2} , Pb^{+2} , Na^+ v.v...) làm thu hẹp khoảng mạ bóng, khả năng phân bố giảm. Tạp chất kim loại có thể xử lý bằng nhựa trao đổi ion dương, nhưng không thuận lợi. Phương pháp thông thường là ngăn chặn sự tích lũy tạp chất kim loại.

Gốc clo cũng làm giảm khả năng phân bố, lớp mạ có hoa, thô hoặc tối. Để ngăn cản tích lũy ion clo, pha chế dung dịch mới phải dùng nước cất. Trước khi mạ cần tẩy nhẹ bằng H_2SO_4 loãng, nếu dùng axit HCl cần phải rửa sạch.

Khi xử lý nước thải bằng nhựa trao đổi ion, hóa chất NaOH để tái sinh nhựa, hàm lượng clo rất thấp; nếu không hàm lượng gốc clo trong CrO_3 cao không cho vào bể được.

Điện phân ở nhiệt độ 60°C có thể khử đi ion gốc clo.

Gốc NO_3 cũng làm cho lớp mạ mất bóng, đen, hàm lượng 1 g/l, tốc độ kết tủa chậm còn gây ăn mòn với bề mạ chì. Điện phân ở nhiệt độ $60 - 70^\circ\text{C}$ có thể khử đi NO_3^- , nếu dùng BaCO_3 để kết tủa SO_4^{-2} , sau đó điện phân thì hiệu quả càng tốt.

III – MẠ CRÔM PHỨC HỢP

Dung dịch mạ crôm dùng chất xúc tác gốc sunfat và ion flo gọi là dung dịch mạ crôm phức hợp. Gốc SiF_6^{-2} có tác dụng tương tự gốc F^- , nhưng dễ khống chế hơn, được sử dụng nhiều hơn.

Mạ crôm phức hợp, sử dụng dòng điện cao, hiệu suất dòng điện 18% – 25%, phạm vi độ bóng rộng, tốc độ kết tủa nhanh, khả năng phân bố tốt, độ cứng lớp mạ 800 – 1000 HV, nhưng tính ăn mòn dung dịch mạnh, điều chỉnh và phân tích khó khăn. Dung dịch nhạy với tạp chất, khi hàm lượng Fe vượt quá 3 g/l, phạm vi độ bóng thu hẹp, khả năng phân bố giảm độ bóng lớp mạ giảm. Vì vậy không được sử dụng rộng rãi.

Chế độ công nghệ mạ crôm phức hợp xem bảng 14.2.

Bảng 14.2. Chế độ công nghệ mạ crôm phức hợp

Pha chế		1	2	3
Hàm lượng (g/l)	Thành phần và chế độ			
CrO ₃		150–195	250	400
H ₂ SO ₄		1,2 – 1,5	1,25	2
H ₂ SiF ₆			4–6	
NaF		1,3 – 1,8		8
Nhiệt độ (°C)		40–60	45–55	40–50
Mật độ dòng điện (A/dm ²)		8–60	25–40	8–20

Mạ crôm phức hợp dùng anốt là hợp kim chì thiếc, hàm lượng thiếc 30% – 50% hoặc hợp kim chì, thiếc, bạc có hàm lượng thiếc 9%, hàm lượng bạc 1%.

IV – MẠ CRÔM ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG

Dung dịch dùng CrSO₄ cung cấp ion SO₄²⁻ dùng K₂SiF₆ cung cấp ion F⁻ là dung dịch crôm điều chỉnh tự động. Trong phạm vi nhiệt độ và nồng độ CrO₃ quy định, độ hòa tan của hai loại muối này tương đương với nồng độ chất xúc tác cần có. Như vậy có thể bảo đảm ưu điểm mạ crôm phức hợp, tránh được khó khăn phân tích.

Chế độ công nghệ mạ crôm phức hợp xem bảng 14.3.

Bảng 14.3. Chế độ công nghệ mạ crôm điều chỉnh tự động

Pha chế		1	2
Hàm lượng (g/l)	Thành phần và chế độ		
CrO ₃		250–300	300
SrCrO ₄			4,5–13,5
SrSO ₄		6–8	1,2–3,6
K ₂ Cr ₂ O ₇			7,2–19,8
K ₂ SiF ₆		20	2,7–7,5
Crôm bóng	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	30–40	8–15
	Nhiệt độ (°C)	50–60	33–45
Crôm sữa	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	40–60	
	Nhiệt độ (°C)	55–62	
Anốt	Hợp kim chì thiếc (Sn 10%)		

Điều quan trọng nhất khi mạ crôm tự động là khống chế tỷ lệ nồng độ chất xúc tác và crôm oxyt.

Độ hòa tan chất xúc tác có quan hệ với nồng độ CrO_3 , nhiệt độ càng cao, hàm lượng chất xúc tác trong dung dịch càng cao, nồng độ CrO_3 nâng cao, nồng độ chất xúc tác trong dung dịch giảm.

Nếu sử dụng nhiệt độ cao, nâng cao tương ứng nồng độ CrO_3 ; nếu nhiệt độ giảm, chỉ dùng dung dịch loãng, bảo đảm tỷ lệ $\text{CrO}_3 : \text{SO}_4^{2-} = 160:1$ (tỷ lệ g/l).

Trong quá trình sử dụng, từ hiện tượng thực tế mà phán đoán hàm lượng chất xúc tác:

Khi khả năng phân bố tốt, lớp mạ đen, tối, tho do nồng độ chất xúc tác quá thấp. Lúc đó cần phải làm loãng dung dịch, hạ thấp nồng độ CrO_3 , khuấy để điều chỉnh tỷ lệ, nâng cao nồng độ chất xúc tác.

Nếu ngược lại, khả năng phân bố kém, do chất xúc tác quá cao, như vậy cần cho CrO_3 , khuấy đều dung dịch làm giảm nồng độ chất xúc tác, điều chỉnh tỷ lệ bình thường.

Do dung dịch mạ crôm tự động điều chỉnh đạt đến hòa tan cân bằng cân có thời gian, tốt nhất đảm bảo dung dịch làm việc ở nhiệt độ quy định.

Ngoài ra còn có thể điều chỉnh hàm lượng chất xúc tác trong dung dịch bằng cách cho thêm SrSO_4 và $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, nhờ hiệu ứng đồng ion làm giảm SO_4^{2-} và SiF_6^{2-} .

V – MẠ CRÔM CÓ CHẤT PHỤ GIA

Để làm giảm ô nhiễm môi trường, người ta nghiên cứu công nghệ mạ crôm nồng độ loãng có chứa flo, mục đích làm giảm hàm lượng CrO_3 trong dung dịch mạ crôm, nhằm khống chế nồng độ crôm oxyt trong khoảng 50 – 100 g/l.

Nhưng công nghệ mạ crôm nồng độ thấp có Flo, vì điện thế cao, nhiệt độ tăng nhanh, khả năng phân bố kém nên không được áp dụng rộng rãi.

Phương pháp mới nhất là cho thêm chất phụ gia để, hàm lượng CrO_3 trong dung dịch này trong khoảng 150 – 250 g/l, có nơi sử dụng 50 – 100 g/l, ưu điểm của dung dịch này là:

1. Hiệu suất dòng điện dung dịch trên 20%.
2. Khả năng phân bố tốt.
3. Dùng mật độ dòng điện giảm.
4. Độ cứng cao, có thể đạt đến 1000HV và nâng cao độ bền chống gỉ.

Trọng thực tế sản xuất thấy rằng: nồng độ CrO_3 quá thấp, nhiệt độ quá thấp không thể thực hiện mạ được, thậm chí lớp mạ hình thành có màu vàng. Ở điều kiện bình thường lớp mạ thu được khác với lớp mạ thông thường, độ bóng lớp mạ nằm giữa độ bóng lớp mạ crom thông thường và độ bóng thép không gỉ. Đây là điều phải nghiên cứu cải tiến.

Chất phụ gia thường dùng là hỗn hợp nhiều chất. Hợp chất Flo thường dùng nhiều nhất: NH_4F , H_2SiF_6 , K_2SiF_6 , HBF_4 , hợp chất halôzen khác như KClO_3 , KBrO_3 , KIO_3 , hợp chất của Bo, Magiê hoặc hợp chất hữu cơ v.v... Thông thường, chất phụ gia dùng phối hợp với H_2SO_4 nhưng hàm lượng H_2SO_4 thấp hơn hàm lượng trong dung dịch mạ crom tiêu chuẩn.

Chế độ công nghệ mạ crom, có chất phụ gia xem bảng 14.4.

Bảng 14.4. Chế độ công nghệ mạ crom có chất phụ gia

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế	
	1	2
CrO_3	100-140	100-150
H_2SO_4		0,5-0,9
Cr^{+3}		0,5-2
NS - 31	20-24 ml/l	1,5-2
Cs-1		
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	12-55	20-35
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	3-18	4-10
Nguyên liệu anot	Pb/Sn	Pb/Sn

VI - MẠ CRÔM KHÔNG CÓ VẾT NỨT VÀ CÓ VẾT NỨT NHỎ

Mạ crom không có vết nứt và có vết nứt nhỏ đều nâng cao độ bền chống gỉ của lớp mạ. Loại đầu nhờ làm giảm vết nứt để chống sự ăn mòn chỗ vết nứt, loại sau nhờ sự phân tán dòng điện ăn mòn để nâng cao tính ăn mòn. Dem hai loại này kết hợp với nhau, gọi là mạ crom kép.

Phương pháp kiểm tra vết nứt crom xem bảng 14.5.

Bảng 14.5. Phương pháp thể hiện vết nứt crôm

Điện phân anốt dung dịch Cromat		Điện phân catốt dung dịch đồng sunfat	
Thành phần và chế độ	Hàm lượng (g/l)	Thành phần và chế độ	Hàm lượng (g/l)
CrO_3	100	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	200–250
H_2SO_4	80–100	H_2SO_4	50–80
Nhiệt độ (°C)	thường	Nhiệt độ (°C)	thường
Mật độ dòng điện Anốt (A/dm^2)	2–2,5	Mật độ dòng điện catốt (A/dm^2)	0,5–1
Thời gian (phút)	2–3	Thời gian (phút)	2–3

Sau khi xử lý, dùng kính hiển vi phóng đại lớp mạ 100–200 lần, quan sát không thấy xuất hiện vết nứt, mật độ vết nứt nhỏ trong khoảng 300 – 800 vết/cm.

Mạ crôm không có vết nứt sử dụng nhiệt độ cao và tỷ số $\text{CrO}_3/\text{SO}_4^{2-}$ cao. Chế độ công nghệ xem bảng 14.6.

Bảng 14.6. Chế độ công nghệ mạ crôm không có vết nứt

<div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg);"> Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ </div>	1	2	3	4	5
CrO_3	250	280/300	320–340	370	320
$\text{CrO}_3/\text{SO}_4^{2-}$	125–150/1		120–140/1		
$\text{CrO}_3/\text{SiF}_6^{2-}$		140/1		140–155/1	
CH_3OH					1,25 ml/l
Cr^{+3}	2–4	>0,5	2–4	>0,5	0,4
H_2SO_4					0,02
H_2SiF_6					7
LiCO_3					12
Nhiệt độ (°C)	53–55	55–75	53–55	55–75	47–51
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	15–20	30–50	15–20	30–50	12–15

Công nghệ mạ trực tiếp crôm vết nứt nhỏ xem bảng 14.7.

Bảng 14.7. Công nghệ mạ trực tiếp crôm vết nứt nhỏ

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế	1	2	3	4
CrO ₃		250	250	250	250
H ₂ SO ₄		2,5	2,5	1,5	2,5
H ₂ SiF ₆				0,76	
H ₂ SeO ₄		0,0018–0,005			
Na ₂ SeO ₄ 10H ₂ O			0,005–0,013	0,015	0,01
K ₂ SiF ₆					3
K ₂ CO ₃					20
Nhiệt độ (°C)		45	43–45	45–48	40–42
Mật độ dòng điện (A/dm ²)		15–22,5	15–20	14–18	15–18

Công nghệ mạ crôm kép xem bảng 14.8.

Bảng 14.8. Chế độ công nghệ mạ crôm kép

Số lớp mạ	Thành phần và chế độ	Hàm lượng (g/l)	
		Nếu sắt thép	Kẽm đúc
Lớp thứ nhất	CrO ₃	335–375	375–410
0,25–0,35μm	CrO ₃ /SO ₄ ⁻²	100/1	140/1
	Nhiệt độ (°C)	46–52	46–52
	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	11–16	13–17
Lớp thứ hai	CrO ₃	165 – 195	210 – 230
0,8–1,2μm	F ⁻	1,5 – 2,2	1,8 – 2,6
	CrO ₃ /SO ₄ ⁻²	180/1	180/1
	Nhiệt độ (°C)	49 – 54	52 – 57
	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	10–13	10–16

Ngoài ra, trên lớp mạ niken composit ta phải mạ lên lớp mạ lỗ xộp nhỏ, mật độ lỗ xộp không nhỏ hơn 50.000 – 60.000 lỗ/cm² mới có tác dụng nâng cao độ bền chống gỉ do phân tán ăn mòn.

VII – MẠ CRÔM NHANH

Chế độ công nghệ mạ crôm nhanh xem bảng 14.9.

Bảng 14.9. Chế độ công nghệ mạ crôm nhanh

Thành phần và chế độ		Hàm lượng (g/l)
CrO_3		180–250
H_2SO_4		1,8–2,5
H_3BO_3		8–10
MgO		4–5
Mạ crôm trang sức	Nhiệt độ (°C)	55–60
	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	30–45
Mạ crôm sữa	Nhiệt độ (°C)	55–60
	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	40–60

VIII – MẠ CRÔM TỪ DUNG DỊCH TETRACROMAT

CrO_3 trong dung dịch kiềm hình thành muối $\text{Na}_2\text{Cr}_4\text{O}_{13}$, mạ crôm từ dung dịch tetracromat được lớp mạ không bóng, nhưng khả năng phân bố tốt, hiệu suất dòng điện cao (cao nhất có thể đạt đến 35% – 40%), tốc độ kết tủa nhanh (có thể đạt đến 1 microm/phút). Dung dịch này chỉ ổn định ở nhiệt độ thường, nếu dùng mật độ dòng điện cao phải làm lạnh, nhiệt độ làm việc ở dưới 23°C.

Chế độ công nghệ mạ crôm từ dung dịch tetracromat xem bảng 14.10.

Bảng 14.10. Chế độ công nghệ mạ crôm dung dịch tetracromat

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế				
	1	2	3	4	5
CrO_3	300	350–400	350–400	300	280
NaOH	58–60	52	40–60	50	43
H_2SO_4	0,6–0,75	1,5–2	2–2,5	0,6–1	0,8
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	1 ml/l			1 ml/l	
$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		3–5			
NaF		2–4			
Đường		0,5–2,0	1,5–2,0		
MgO					6
$\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$					0,02
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$					0,8
Nhiệt độ (°C)	2–23	20–25	16–21	2–24	3–20
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	20–150	20–40	10–40	20–100	50

IX – MẠ CRÔM QUAY

Mạ crôm quay dùng dung dịch mạ crôm phức hợp, thùng quay làm từ lưới dây thép là catốt dẫn dòng điện, dùng anốt bên trong.

Mạ crôm có thể tiến hành trên lớp mạ hợp kim đồng, thiếc hoặc lớp mạ niken, khi mạ niken xong, cần nhanh chóng mạ crôm, không để lâu quá 24 giờ. Chi tiết cần dẫn điện khi đưa vào bể, trước khi đưa vào mạ cần phải rửa thùng sạch để tránh lớp mạ có hoa.

Mạ crôm quay rất nhạy với ion Clo, vì vậy phải pha chế bằng nước cất. Chế độ công nghệ mạ crôm quay xem bảng 14.11.

Bảng 14.11. Chế độ công nghệ mạ crôm quay

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế		
	1	2	3
CrO ₃	300-350	250-270	180-220
H ₂ SiF ₆	5-6	3-5	5-7
H ₂ SO ₄	0,6-0,9	0,5	0,5
Nhiệt độ (°C)	35-40	25-35	10-35
Dòng điện tổng (A)	200-250	250-300	200-300
Thời gian (phút)	30-40	30-40	30
Tốc độ quay thùng (vòng/phút)	1	1	1
Lượng cho vào thùng (kg/thùng)	1-3	1-3	1-3

X – MẠ CRÔM HÓA TRỊ BA

Ưu điểm mạ crôm hóa trị ba là ít độc, xử lý ô nhiễm nước thải đơn giản, mạ ở nhiệt độ thường, khả năng phân bố tốt. Nhưng lớp mạ có màu vàng, giống như màu thép không gỉ, ứng suất nội lớn, thuộc dạng vết nứt nhỏ, do tính ổn định dung dịch chưa hoàn toàn giải quyết, vì thế trong công nghiệp mới ở giai đoạn sản xuất thử. Độ dày lớp mạ lớn nhất là 3µm, không mạ được crôm cứng.

Để tham khảo mạ crôm hóa trị ba, xem bảng 14.12.

Bảng 14.12. Chế độ công nghệ mạ crom hóa trị ba

Hàm lượng mol/l Thành phần và chế độ	Pha chế	1	2
Cr^{+3} (ở dạng $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ hoặc CrCl_3)		0,38–0,45	
Gốc HCOO (ở dạng HCOONa hoặc HCOONH_4)		0,55–0,65	
Gốc CH_3COO (ở dạng CH_3COOH hoặc CH_3COONa)		0,15–0,25	
NH_4Cl		1,5–2,5	
KCl		1,0–1,2	
H_3BO_3		0,6–0,8	0,5
Br^-		0,1–0,2	
$\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4\text{Na}$		0,05–0,2 g/l	
Chất làm bóng 721–1		0,5–1,5 ml/l	
$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$			0,4–0,5
Na_2SO_4			0,75–1
Fe^{+2}			0,1–0,2
NaF			0,2
Glicêrin			1–2
pH		1,5–4	1,9–2,2
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)		10–25	25–30
Mật độ dòng điện (A/dm^2)		8–12	7–8
Anốt		Grafit	
Khuấy		Cán	

XI – MẠ CRÔM ĐEN

Dung dịch mạ crom không có gốc SO_4^{-2} , cho một tí chất phụ gia có thể mạ crom đen, trong đó hàm lượng crom kim loại vào khoảng 75%, còn lại là hợp chất oxy hóa crom.

Pha chế dung dịch crom đen cần dùng nước cất, dùng BaCO_3 để kết tủa toàn bộ gốc Sunfat.

Mạ crom sắt thép cần trước tiên mạ đồng hoặc niken, chi tiết đồng kẽm cần mạ niken.

Giá treo mạ crôm đen, sau khi mạ mấy lần, cần tẩy lớp mạ mới đảm bảo tiếp xúc tốt. Nếu chỉ tiết rơi vào bể cần lấy ra ngay để tránh tích lũy tạp chất.

Công nghệ mạ crôm đen xem bảng 14.13.

Bảng 14.13. Công nghệ mạ crôm đen

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế						
	1	2	3	4	5	6	7
CrO ₃	300-320	250-300	250	200	200	250-400	250
NaNO ₃	7-11						
H ₂ SiF ₆	0,1ml/l		0,25				
CH ₃ COOH		212		5ml/l	6,5ml/l	30	
(CH ₃ COO) ₂ Ba		7,5					
NiCl ₂ 6H ₂ O				20			
Vanadi Nitrat				2	20		
NH ₂ SO ₃ H							5-40
NH ₂ CONH ₂						3	
Nhiệt độ (°C)	<35	32-45	25-35	35-40	35-50	18-25	15-35
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	15-30	4-9	15-45	100	100	50-100	10-100
Thời gian (phút)	20						
Anốt	Pb-Sn	Pb-Sn					

MẠ CRÔM CỨNG

I - KHÁI NIỆM

Mạ crôm cứng là lớp mạ crôm dày trên các vật liệu nền, độ dày từ vài Microm đến vài milimet, thông thường trên 20 μ m.

Mạ crôm cứng chỉ thực hiện được khi lớp mạ tương đối dày, lúc đó lớp mạ có độ cứng cao, chịu mài mòn tốt.

Mạ crôm cứng có thể sử dụng các loại dung dịch mạ, nhưng thường dùng nhất là các loại dung dịch mạ crôm thông thường, dung dịch có hợp chất Flo để ăn mòn những chỗ lõm chưa được phủ lớp mạ.

Xử lý trước khi mạ crôm cứng có ảnh hưởng quan trọng đến chất lượng, bề ngoài và độ bám chắc lớp mạ. Vì vậy xử lý trước khi mạ là việc rất quan trọng. Do ứng suất nội lớp mạ crôm cứng rất lớn, khi mạ crôm dễ sinh ra giòn hydro kim loại nền, do đó sau khi mạ cần phải xử lý nhiệt khử hydro. Để đảm bảo kích thước chi tiết, khi mạ xong phải gia công cơ khí. Chi tiết cần bôi trơn phải xử lý lỗ xốp; đảm bảo giữ dầu lớp mạ.

Khi mạ ở nhiệt độ cao, dòng điện thấp được lớp mạ trắng sữa, nhưng do độ cứng giảm nên ứng dụng không nhiều.

Mạ crôm cứng sử dụng rộng rãi trong công nghiệp. Những dụng cụ cắt gọt, khuôn, trục, dụng cụ đo, xi lanh v.v... thường được mạ crôm cứng, độ dày thường dùng xem bảng 15.1.

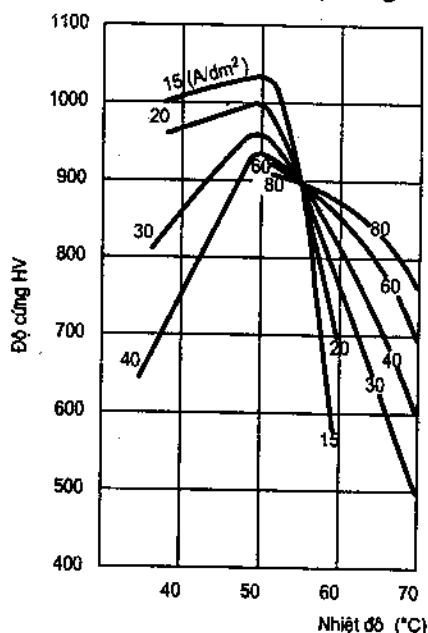
Bảng 15.1. Độ dày lớp mạ crôm cứng các loại chi tiết

Độ dày crôm cứng (μ m)	Các loại chi tiết
5	Dũa, mũi khoan, bánh răng
10	Khuôn chất dẻo
100	Khuôn, xéc măng, xi lanh
150	Trục quay, trục bơm
400	Xéc măng nén khí, xéc măng động cơ đốt trong có mã lực lớn

II - ĐẶC TÍNH LỚP MẠ CRÔM CỨNG

Tính chất quan trọng nhất lớp mạ crôm cứng là độ cứng và tính chịu mài mòn. Độ cứng lớp mạ crôm cứng trong khoảng 850 - 1150 HV, khi độ cứng trung bình 750 - 800HV, tính chịu mài mòn tốt nhất.

Độ cứng lớp mạ crôm có liên quan đến nhiệt độ, mật độ dòng điện và thành phần dung dịch. Khi mạ crôm cứng trong dung dịch tiêu chuẩn, khi hàm lượng CrO_3 cố định, hàm lượng H_2SO_4 nâng cao thì độ cứng giảm. Ảnh hưởng của nhiệt độ và mật độ dòng điện đến độ cứng xem hình 15.1.



Hình 15.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ và mật độ dòng điện đến độ cứng lớp mạ crôm.

Từ hình vẽ thấy rằng, ở mật độ dòng điện thấp được lớp mạ crôm có độ cứng cao, nhưng tốc độ kết tủa chậm, thông thường sử dụng mật độ dòng điện 50 A/dm^2 , nhiệt độ 50°C .

Độ cứng lớp mạ crôm thay đổi khi xử lý nhiệt, xử lý nhiệt 200°C độ cứng bắt đầu giảm, ở dưới 400°C giảm đi rất ít, đến khi xử lý nhiệt 600°C , độ cứng giảm đi 50%, xử lý nhiệt 980°C độ cứng giảm đi 70%. Vì vậy chỉ được xử lý nhiệt ở dưới 400°C , vẫn đảm bảo độ cứng vốn có.

III – CHẾ ĐỘ CÔNG NGHỆ MẠ CRÔM CỨNG

1. Quy trình công nghệ

Quy trình công nghệ mạ crôm cứng như sau: Gia công cơ khí (gia công tinh, phun cát v.v...) → Tẩy dầu dung môi hữu cơ → Treo giá, lắp ráp che chắn, anốt phụ hoặc catốt phụ → Những bộ phận không cần mạ quét sơn hoặc dùng phương pháp khác cách điện → Tẩy dầu điện phân (hoặc xóa tẩy dầu) → Rửa nước → An mòn anốt → Mạ crôm cứng → Rửa nước lạnh → Rửa nước nóng → Tháo khỏi giá treo → Khử hydro.

2. Thành phần dung dịch và chế độ làm việc

Mạ crôm cứng thường dùng dung dịch mạ crôm tiêu chuẩn, chất xúc tác là H_2SO_4 , hiệu suất dòng điện 12% – 15%, dung dịch này được dùng rộng rãi.

Để nâng cao hiệu suất dòng điện, sử dụng dung dịch mạ crôm phức hợp, chất xúc tác thường dùng là H_2SO_4 , hợp chất flo, hiệu suất dòng điện 18% – 22%, tốc độ và độ cứng lớp mạ đều cao. Nhưng do dung dịch có hợp chất flo, những phần không mạ được crôm sẽ bị ăn mòn nền, anốt cũng bị ăn mòn.

Gần đây công ty Antotech tìm ra dung dịch HEEF – 25, dung dịch này có ưu việt đặc biệt. Hiệu suất dòng điện 25%, ở cùng mật độ dòng điện, tốc độ mạ nhanh hơn dung dịch tiêu chuẩn 70%. Dung dịch này có thể sử dụng mật độ dòng điện cao, tốc độ kết tủa lớn nhất nhanh gấp hai lần dung dịch tiêu chuẩn. Tính năng ưu việt của dung dịch này so sánh với các dung dịch khác xem bảng 15.3.

Bảng 15.3. So sánh lớp mạ ba loại dung dịch

Tham số \ Loại dung dịch	Dung dịch tiêu chuẩn	Dung dịch phức hợp	HEEF – 25
Tính năng			
Số vết nứt (vết/cm)	120	300	> 400
Lượng oxy trong lớp mạ (%)	0,36	0,6	0,84
Độ cứng (HV)	800 – 1000	950 – 1050	1000 – 1100

Ưu điểm dung dịch HEEF – 25 ở mật độ dòng điện thấp không có lớp mạ crôm, kim loại nền không bị ăn mòn, anốt cũng không bị ăn mòn. Tính năng ưu việt khác của dung dịch này là: hàm lượng CrO_3 , Cr^{+3} , H_2SO_4 trong phạm vi rộng, chế độ làm việc rộng. Vì thế mấy năm gần đây được sử dụng rộng rãi.

Mạ crôm cứng thường dễ tích lũy tạp chất sắt, ngoài dung dịch HEEF–25, khi hàm lượng tạp chất sắt đến 15 g/l, phạm vi độ bóng rất hẹp, khả năng phân bố xấu, không thể sử dụng được. Tạp chất sắt trong dung dịch HEEF–25 đạt đến 15g/l vẫn làm việc bình thường, hiệu suất dòng điện, độ cứng lớp mạ, số vết nứt vẫn không thay đổi.

Để tránh tích lũy tạp chất sắt, không nên tiến hành ăn mòn anốt trong bể mạ mà tiến hành ăn mòn trong bể khác.

Vấn đề khác mạ crôm cứng là sự tích lũy Cr^{+3} , thông thường cự ly anốt – catốt tương đối gần, dùng mật độ dòng điện cao, tốc độ kết tủa trên 50 μ m/giờ, thì không có vấn đề tích lũy Cr^{+3} . Nếu có, dùng phương pháp điện phân định kỳ để giảm hàm lượng Cr^{+3} .

Khi mạ crôm cứng có độ dày trên 100µm, không sử dụng chất phủ chống bay hơi, vì khi mạ crôm dày dễ sinh ra chàm kim.

Thành phần và chế độ làm việc mạ crôm cứng xem bảng 15.4.

Bảng 15.4. Chế độ công nghệ mạ crôm cứng

<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Hàm lượng (g/l)</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Pha chế</div> </div>		1	2	3	4 ⁽¹⁾	5	6	7
Thành phần và chế độ								
CrO ₃		150-180	230-270	250	225-275	250-300	180-250	350-400
H ₂ SO ₄		1,5-1,8	2,3-2,7	1,25	2,5-4,0		1,8-2,5	1,5-2
H ₂ SiF ₆				4-6				
K ₂ SiF ₆						20		
SrSO ₄						6-8		
MgO							8-10	
NaOH							4-5	52
Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇ · 2H ₂ O								3-5
NaF								2-4
Đường								0,5-2
Mạ crôm cứng	Nhiệt độ (°C)	55-60	55-60	50-60	55-62	55-60	55-60	20-45
	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	30-45	50-60	30-75	40-80	40-80	40-80	30-60
Mạ crôm sữa	Nhiệt độ (°C)	74-79	70-72				70-72	
	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	25-30	25-30				25-30	

(1) Dung dịch HEEF - 25 dựa trên pha chế 4. Dung dịch mỗi pha HEEF - 25 G và bổ sung HEEF-25R là những chất phụ gia không có flo.

3. Gia công trước khi mạ

(1) Gia công tinh

Trước khi mạ crôm cứng cần phải mài tinh để không có vết mài trên bề mặt.

T trước khi mạ crôm cứng có độ cứng lớn hơn 40HRC, những chi tiết sau khi mài bóng cần phải xử lý nhiệt độ ở nhiệt độ 150oC, thời gian 2 giờ. Lớp cứng sinh ra khi gia công nguội đã bị mài đi trên máy đánh bóng. Như vậy có thể chống được ứng lực dư sinh ra trong gia công cơ khí.

(2) Tẩy dầu điện phân

Tẩy dầu điện phân tiến hành sau khi tẩy dầu hóa học, có thể tẩy dầu bằng dung môi hữu cơ, chất hoạt động bề mặt v.v...

Công nghệ tẩy dầu điện phân xem bảng 15.5.

Bảng 15.5. Chế độ công nghệ tẩy dầu điện phân

Thành phần và chế độ	Hàm lượng (g/l)
Na_2CO_3	30-45
Na_3PO_4	15-30
NaOH	7,5-15
Nhiệt độ (°C)	93
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	3-5
Điện thế (V)	6
Thời gian (phút)	anốt 15-30 giây, catốt 1 - 2 phút

Để làm giảm sự thấm hydro, thép cường độ cao không tẩy hoặc tẩy catốt thời gian ngắn.

(3) Tẩy axit

Tẩy axit tận dụng rút ngắn thời gian, tốt nhất cho chất làm chậm chống giòn hydro.

(4) Hoạt hóa trước khi mạ

Phương pháp thường dùng nhất để hoạt hóa bề mặt nền, trước khi mạ crôm cứng là ăn mòn anốt. Ăn mòn anốt có thể thực hiện ngay trong bể mạ crôm cứng, nhưng bể mạ chứa tạp chất sắt, hợp kim niken hoặc một số thép không gỉ có thể ăn mòn catốt.

Chế độ công nghệ ăn mòn anốt hoặc catốt xem bảng 15.6.

Bảng 15.6. Chế độ công nghệ ăn mòn anốt hoặc catốt

Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3
CrO_3	120-150		
H_2SO_4	10	630-780	35%
Hợp chất Flo			5%
Anốt			Hợp kim chì
Catốt	Chì hoặc hợp kim chì	Chì hoặc hợp kim chì	
Nhiệt độ (°C)	thường	25-30	
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	30-50	10-40	
Thời gian (phút)	1 - 2 (theo kim loại nền)	20-60 (giây)	1 - 2 (theo kim loại nền)

Dùng pha chế 2, sau khi ăn mòn cần phải rửa nước lạnh, sau đó rửa nước nóng theo nhiệt độ bề mặt rồi mới đưa vào bể mạ crôm.

Có thể tiến hành xử lý đảo cực trước khi mạ trong bể mạ crôm cứng (bảng 15.7).

Bảng 15.7. Phương pháp xử lý trước khi mạ crôm cứng một số sắt thép

Loại thép	Phương pháp xử lý
Thép cacbon thấp	Ăn mòn anốt 0,5–1 phút, đưa vào bể mạ
Thép các bon trung bình	Ăn mòn anốt < 0,5 phút, đưa vào bể mạ
Thép các bon cao	Mạ dòng điện xung lớn hơn mật độ dòng điện thường dùng sau đó mạ bình thường.
Thép đúc	Mạ xung điện mật độ dòng điện lớn, sau đó mạ bình thường
Thép hợp kim crôm	Ăn mòn anốt, điện phân catốt 3,5V tăng dòng điện bình thường
Thép hợp kim niken	Tẩy dầu catốt, điện phân catốt 3,5V vài phút, tăng dòng điện bình thường
Thép hợp kim mangan	Tẩy trong HCl đặc, điện phân catốt 3,5V vài phút, tăng dòng điện bình thường
Thép hợp kim nhôm	Tẩy axit nhẹ, mạ trực tiếp
Thép hợp kim silic	Tẩy trong HCl có HF sau đó mạ

Quy trình công nghệ mạ crôm cứng trên nhôm và kim loại màu xem bảng 15.8.

Bảng 15.8. Quy trình công nghệ mạ crôm cứng trên nhôm và kim loại màu

Kim loại nền	Nhôm	Nhôm đúc	Đồng và hợp kim đồng	Niken
Quy trình công nghệ	1. Tẩy dầu	1. Tẩy dầu	1. Tẩy dầu điện phân catốt hoặc tẩy dầu kiềm	1. Tẩy dầu điện phân catốt
	2. Rửa nước	2. Rửa nước	2. Rửa nước	2. Rửa nước
	3. Tẩy HNO ₃ 1:1 (theo thể tích)	3. Tẩy HNO ₃ 1:1 (theo thể tích)	3. Tẩy HCl 1:1 hoặc ăn mòn anốt H ₂ SO ₄	3. Ăn mòn catốt H ₂ SO ₄ – HF ⁽²⁾ 1 – 2 phút
	4. Rửa nước	4. Rửa nước	4. Rửa nước	4. Rửa nước
	5. Tẩy HF 5%	5. Tẩy HF 5%	5. Mạ	5. Mạ
	6. Rửa nước	6. Rửa nước ⁽¹⁾		
	7. Thấm kẽm hoặc thấm kẽm hai lần	7. Thấm niken ⁽¹⁾		
	8. Rửa nước	8. Rửa nước		
	9. Mạ	9. Tẩy HNO ₃ 1:1		
		10. Rửa nước		
		11. Mạ		

(1) Thấm niken dung dịch gồm có NiCl₂ 6H₂O: 18,4 g HCl 71g H₃BO₃ 142g H₂O 3,8 lít.

(2) Dung dịch ăn mòn H₂SO₄ 35% HF 5%

IV – XỬ LÝ SAU KHI MẠ

1. Khử hydro

Mục đích khử hydro làm giảm tính giòn lớp mạ và khử giòn hydro kim loại nền, đồng thời không làm ảnh hưởng đến độ cứng lớp mạ crôm.

Khử hydro tiến hành sau khi mạ, nhanh chóng đưa vào dầu, tủ sấy hoặc chân không. Nhiệt độ khử hydro 100 – 300°C, nhiệt độ thường dùng 180°C. Nếu nhiệt độ quá cao, lớp mạ mềm, thí dụ lớp mạ crôm khử 200°C thời gian 15 phút, độ cứng 812 HV, ở 600°C thời gian 15 phút độ cứng là 473 HV, ở 980°C, thời gian 15 phút, độ cứng 258 HV.

Mạ xong kim loại nền có độ cứng lớn hơn hoặc bằng 40 HRC cần nhanh chóng khử hydro, tiến hành trong tủ sấy 200 ± 5°C hoặc trong thùng dầu, thời gian 3 giờ, kim loại nền có độ cứng ≥ 55 HRC, sau khi mạ phải khử ở nhiệt độ giảm 150 ± 5°C, thời gian tăng lên tương ứng.

Chi tiết nhỏ khử hydro trong tủ sấy chân không, ở nhiệt độ dưới 180°C, thời gian chỉ cần 30 phút.

2. Mạ crôm xốp

Lớp mạ crôm xốp là lớp mạ cứng cải tiến, có dầu. Dùng để mạ những chi tiết chịu ma sát tải trọng lớn, thí dụ như xéc măng, xilanh v.v..., giảm hệ số ma sát nâng cao tuổi thọ.

Phương pháp mạ crôm xốp có 4 loại: phương pháp cơ khí (gia công cơ khí kim loại nền trước khi mạ), còn ba phương pháp nhờ vào ăn mòn hóa học hoặc điện hóa sau khi mạ crôm cứng, được lớp mạ crôm xốp. Các phương pháp này trình bày ở bảng 15.9.

Bảng 15.9. Bốn phương pháp mạ crôm xốp

Phương pháp	Phương pháp cơ khí	Mạ crôm xốp dạng điểm	Mạ crôm xốp dạng rãnh	Phương pháp tạo lỗ xốp che chắn
Công nghệ	1. Phun cát, khắc vạch v.v... làm thô kim loại nền	1. Mạ crôm cứng CrO ₃ 250 g/l H ₂ SO ₄ 2,5 g/l, 50°C, 46 – 54 A/dm ² , 2 – 3 giờ, độ dày lớp mạ > 100 µm	1. Mạ crôm cứng CrO ₃ 250 g/l H ₂ SO ₄ 2,2 g/l, 60°C 46–62 A/dm ² , độ dày lớp mạ > 100–250µm	1. Mạ crôm cứng
	2. Mạ crôm cứng	2. Ăn mòn anốt	2. Ăn mòn anốt	2. Gia công tinh
	3. Mạ, dũa hoặc đánh bóng 25 µm	3. Mài dũa hoặc đánh bóng đi lớp mạ 25 – 50µm	3. Mài, dũa hoặc đánh bóng đi lớp mạ 25µm	3. Lỗ được che chắn chất dẻo, lớp mạ crôm sau khi gia công tinh ăn mòn tạo lỗ xốp

Cần chú ý mạ crôm xốp dạng điểm và mạ crôm dạng rãnh sử dụng thành phần dung dịch và chế độ làm việc khác nhau, chế độ làm việc có quan hệ mật thiết với lỗ xốp thu được. Khi CrO_3 250g/l, $\text{CrO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4 = 100 : 1$ (tỷ lệ g/l), nhiệt độ 50°C mật độ dòng điện tăng, lỗ xốp giảm. Ở nhiệt độ $55 - 60^\circ\text{C}$, mật độ dòng điện tăng, lỗ xốp tăng. Khi nồng độ CrO_3 không đổi, $\text{CrO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$ giảm, lỗ xốp giảm.

Chế độ công nghệ tạo lỗ xốp anốt xem bảng 15.10.

Bảng 15.10. Chế độ công nghệ tạo lỗ xốp anốt

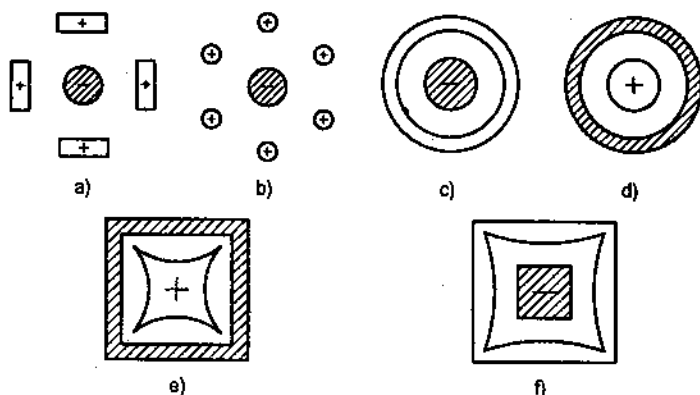
Phương pháp	Lỗ xốp tính kiềm	Lỗ xốp tính axit
	NaOH 60 – 75g/l hoặc dung dịch tẩy dầu điện phân	Ăn mòn anốt trong dung dịch mạ crôm
Chế độ làm việc	Nhiệt độ thường Mật độ dòng điện anốt 20 A/dm ² ; Thời gian 1 phút hoặc mật độ dòng điện anốt 10 – 15 A/dm ² , thời gian 1,5 – 3 phút	Nhiệt độ $50 - 60^\circ\text{C}$ Mật độ dòng điện anốt 20 – 25 A/dm ² ; Thời gian 5 – 6 phút hoặc vào khoảng 10 phút

V – ANỐT VÀ CATỐT BẢO VỆ MẠ CRÔM CỨNG

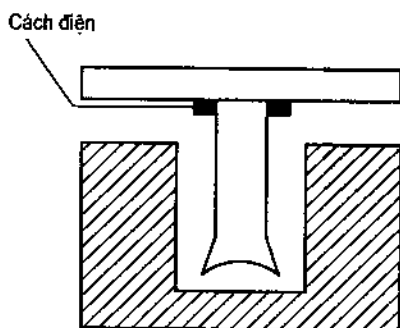
Để được lớp mạ đồng đều, khi mạ crôm cứng, các bộ phận tương ứng giữa anốt và catốt phải đảm bảo khoảng cách bằng nhau và phân bố đều. Độ dài của anốt ngắn hơn độ dài chi tiết mạ một chút.

Khi mạ crôm trong lỗ, phải đảm bảo đồng tâm giữa anốt và lỗ. Anốt là dây chì, ống chì hoặc anốt mạ chì. Tỷ lệ diện tích catốt: diện tích anốt = 2 ~ 3 : 1.

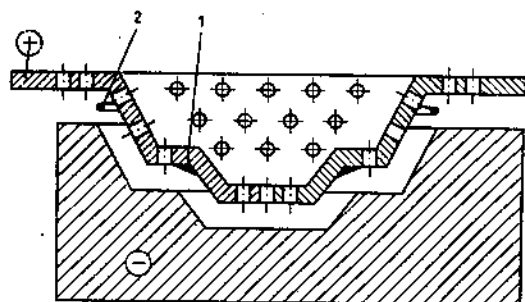
Khi mạ crôm cứng, những chi tiết phức tạp cần sử dụng anốt tượng hình; hai đầu cạnh trụ tròn cần dùng catốt bảo vệ, để tránh hai đầu cạnh lớp mạ dày, chi tiết có góc, đầu nhọn dùng dây kim loại che chắn. Sử dụng anốt, anốt phụ trợ, anốt tượng hình, anốt bảo vệ xem hình 15.2, 15.3, 15.4, 15.5.



Hình 15.2. Vị trí treo anốt khi mạ crôm

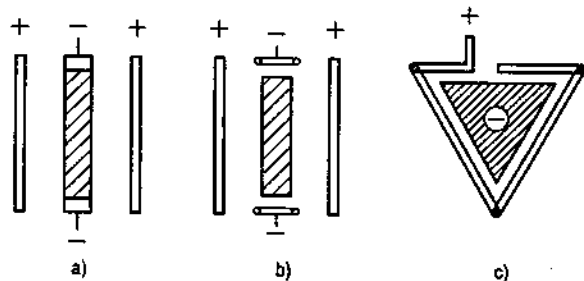


Hình 15.3. Anốt phụ khi mạ crôm



Hình 15.4. Anốt tương hình khi mạ crôm

1. Chất dẻo cách điện ; 2. Dây chần kim loại



Hình 15.5. Catốt bảo vệ

a) Hai đầu trụ tròn có catốt bảo vệ ; b) Hai đầu dùng catốt là dây kim loại bảo vệ ; c) Dùng catốt phụ là dây kim loại che chắn đầu nhòn

Chương 16

MẠ SẮT

I – KHÁI NIỆM

Mạ sắt là công nghệ có tính kinh tế, thực dụng cao; lớp mạ sắt thu được cứng và giòn, qua xử lý nhiệt luyện được lớp mạ mềm. Dắt mỏng, kéo dài, qua thấm than, thấm nito v.v... có thể nâng cao độ cứng. Những chi tiết không phức tạp, về nguyên tắc có thể mạ với bất kỳ độ dày nào. Lớp mạ sắt độ tinh khiết, chịu mài mòn tốt, dễ hàn, có thể mạ các lớp mạ khác trên lớp mạ này.

Mạ sắt chủ yếu để mạ những chi tiết bị mài mòn, mạ đúc điện khuôn mẫu. Mạ sắt lên khuôn in có thể nâng cao độ bền sử dụng. Bột sắt dùng trong công nghiệp luyện kim được chế tạo bởi mạ sắt. Mạ sắt còn là lớp trung gian trước khi mạ kẽm, mạ thiếc, mạ crôm v.v...

Mạ sắt được ứng dụng rộng rãi để mạ phục hồi các chi tiết như: trục khuỷu xe ô tô, máy kéo, máy tiện v.v... đã bị mài mòn, có lợi ích kinh tế lớn.

Khuyết điểm mạ sắt dung dịch ăn mòn mạnh, đầu tư lớn. Ngoài ra dung dịch khi không sử dụng dễ tạo thành Fe^{+3} , phải xử lý Fe^{+3} chi phí cao.

Dung dịch mạ sắt thường dùng là dung dịch sắt hóa trị hai, dung dịch thường dùng nhất là dung dịch sắt hai sunfat, dung dịch sắt hai Clorua hoặc hỗn hợp dung dịch trên. Dung dịch mạ sắt flobonat, sunfamat cũng có một số ứng dụng.

II – DUNG DỊCH MẠ SẮT SUNFAT

1. Đặc điểm công nghệ

Dung dịch sắt hai sunfat tương đối ổn định, có thể làm việc ở nhiệt độ thường, ăn mòn ít. Lớp mạ từ dung dịch này có độ dày lớn, ít bị thâm kim, màu xám tro. Nhưng tốc độ kết tủa dung dịch sắt hai sunfat chậm, khả năng phân bố kém, lớp mạ giòn sau khi mạ phải xử lý nhiệt.

Dung dịch sắt hai sunfat có thể làm việc ở nhiệt độ cao, tốc độ kết tủa nhanh, nhưng $Fe(OH)_3$ kết tủa nhiều, lớp mạ vẫn giòn, tóm lại ưu điểm không nhiều.

2. Chế độ công nghệ

Chế độ công nghệ mạ sắt sunfat xem bảng 16.1.

Bảng 16.1. Chế độ công nghệ

<div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg);"> Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ </div>	1	2	3	4	5	6	7	8
$\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	350	385–400						
H_2SO_4		0,25						4,5–5,5
$\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$			250	250	150–210	163	400–500	400–400
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$			120	120		100		
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$					125–200			
K_2SO_4							150–200	
MnSO_4							1–3	
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$							1–3	
NaCl								200–230
pH	2,8–3,4	5,0–5,5	2,1–2,4	4,0–5,5		5–5,5	2,0–7,5	
Nhiệt độ (°C)	25	20	60	25	25	thường	70–80	90–98
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	2	1–2,5	6–10	2	0,5–2,5	0,6–0,7	3–7	15–20

pH có ảnh hưởng quan trọng đến chất lượng mạ. Nếu pH quá cao lớp mạ mờ tối, ứng suất nội cao. pH quá thấp, anốt hòa tan nhanh, hiệu suất dòng điện giảm dung dịch sắt hai dễ bị oxy hóa. Khi pH = 2,0 – 2,5 dung dịch trong suốt, pH = 4,0 – 2,5 tạo thành $\text{Fe}(\text{OH})_3$ kết tủa, dung dịch dạng huyền phù, mạ độ dày bé không ảnh hưởng mạ độ dày lớn cần phải lọc. Trong phạm vi pH như thế khả năng phân bố tốt, ứng suất lớp mạ giảm, pH = 4,0 – 5,5 ứng suất nội bé nhất.

Mạ ở nhiệt độ cao, kết tinh mịn, thoát ít hydro, kết tủa nhanh, nhưng, dễ sinh ra Fe^{+3} , do đó chỉ làm việc ở pH thấp.

Cho vào dung dịch những chất như NaCl, MnSO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ v.v... để tăng độ dẫn điện, duy trì độ pH mà không ảnh hưởng đến tính chất lớp mạ.

3. Pha chế dung dịch

Cho một ít H_2SO_4 vào trong nước, sau đó hòa FeSO_4 vào trong nước đã axit hóa. Cho các hóa chất đã hòa tan vào khuấy đều, cho nước đến mức quy

định. Sau đó cho H_2SO_4 điều chỉnh pH = 0,5 cho phoi sắt đã làm sạch dầu, khử 24 – 48 giờ, lấy phoi sắt ra, điều chỉnh pH đến phạm vi quy định.

4. Duy trì công nghệ

(1) Anốt sắt là sắt nguyên chất hoặc sắt có hàm lượng cacbon < 0,1%. Anốt hòa tan nhanh, $S_{anốt} : S_{catốt} = 0,5 - 0,7$ là thích hợp, dùng vải thủy tinh bao anốt.

(2) Khi không mạ lấy anốt ra để tránh axit tiêu hao. Khi dừng sản xuất, cho một ít axit để tránh oxy hóa Fe^{+2} .

(3) Không chế hàm lượng Fe^{+3} rất quan trọng. Cho axit, treo phoi sắt có thể khử đi Fe^{+3} quá lượng, điện phân ở pH thấp cũng có hiệu quả.

(4) Tạp chất hữu cơ nhiều làm cho lớp mạ giòn và sinh ra điểm rỗ chàm kim, có thể xử lý bằng than hoạt tính.

(5) Tạp chất kim loại nặng cũng ảnh hưởng giống như tạp chất hữu cơ, dung dịch thường xuyên sử dụng rất ít tạp chất kim loại nặng tích lũy. Khử tạp chất kim loại nặng bằng cách điện phân với mật độ dòng điện thấp 0,5 A/dm². Nếu nồng độ crom là 3 g/l rất nguy hại, cần điện phân với mật độ dòng điện 10 – 15 A/dm².

(6) Để đề phòng ăn mòn, chi tiết đưa vào cân mang điện, dần dần nâng cao mật độ dòng điện đến quy định. Khi làm việc ở nhiệt độ cao, dung dịch ăn mòn mạnh, cần dùng mật độ dòng điện cao mới chống được ăn mòn chi tiết.

III – DUNG DỊCH MẠ SẮT CLORUA

1. Đặc điểm công nghệ

Đặc điểm công nghệ mạ sắt clorua được lớp mạ có tính dẻo tốt, độ tinh khiết cao, ứng suất nội thấp khi mạ ở nhiệt độ trên 85°C. Tốc độ mạ nhanh hơn dung dịch mạ sắt sunfat hai lần, khả năng phân bố giống như mạ niken.

Dung dịch này không thể làm việc ở nhiệt độ thường. Ở nhiệt độ 25°C lớp mạ tối, cứng, ứng suất lớn. Dùng phương pháp mạ dòng điện xoay chiều không đối xứng có thể mạ được lớp mạ mềm, bám chắc tốt ở nhiệt độ 30 – 50°C, phương pháp mạ sắt ở nhiệt độ thấp, được sử dụng rộng rãi. So với dung dịch sắt sunfat, dung dịch mạ sắt clorua dễ sinh ra Fe^{+3} , ăn mòn thiết bị lớn.

2. Đặc điểm công nghệ

Thành phần chủ yếu dung dịch mạ sắt clorua là $FeCl_2$, hàm lượng của nó biến thiên trong phạm vi rộng (120 – 900 g/l). Nhưng nồng độ thấp, độ giòn

và độ cứng tăng lên. Khi không mạ nhiệt độ hạ xuống, sẽ xảy ra kết tinh. Vì thế dung dịch có nồng độ trung bình (300 – 400g/l) được sử dụng nhiều.

Hàm lượng CaCl_2 lớn trong dung dịch mạ sắt không ảnh hưởng đến tính năng lớp mạ, nhưng có thể nâng cao độ dẫn điện. Tính hút nước của CaCl_2 cũng có tác dụng làm chậm tổn thất bay hơi của nước.

Cho KCl , NaCl , NH_4Cl để nâng cao độ dẫn điện dung dịch, nhưng nếu lượng quá nhiều, làm độ giòn lớp mạ tăng lên.

Cho MnCl_2 , nâng cao khả năng mạ dày, kết tinh mịn, lớp mạ bóng, bằng phẳng, độ cứng tăng lên một chút.

Cho H_3BO_3 để ổn định độ pH, nhưng tốc độ kết tủa giảm đi.

Cho KI và chất dễ oxy hóa v.v... có thể chống được oxy hóa sắt hai. Cho $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4\text{Na}$ để làm giảm chám kim, nhưng nhiều nơi, chỉ dùng dung dịch có FeCl_2 .

Chế độ công nghệ mạ sắt clorua xem bảng 16.2.

Bảng 16.2. Chế độ công nghệ mạ sắt Clorua

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	315–400	350–550	300	350–400	350–400	350–400	240	240
CaCl_2			335				180	
NaCl				10–20	20	15–20		
MnCl_2				1–5	10	2–5		
KCl								180
H_3BO_3				5–8	1–2			
HBF_4						15–30		
KI					1–5			
$\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4\text{Na}$						0,1–0,5		
pH	1,0–1,5	0,8–1,2	0,8–1,5	1,0–1,8	1,0–1,5	1,5–4	5,0–5,5	5
Nhiệt độ (°C)	30–50	30–50	90	30–55	30–50	40–60	25–40	35
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	15–30	15–30	6,5	15–25	15–30	5–15	2–5	3,5

Giá trị pH ảnh hưởng rất lớn đến quá trình mạ, nếu pH thấp, thoát khí hydro lớn, hiệu suất dòng điện giảm dễ sinh ra gai và chàm kim. $\text{pH} > 2$, tạp chất hydroxyt lẫn trong lớp mạ làm cho lớp mạ giòn, độ bám chắc kém.

Bước sóng của nguồn điện ảnh hưởng rất lớn đến quá trình mạ. Sử dụng nguồn điện xoay chiều không đối xứng đạt được chất lượng tốt nhất. Các bước cụ thể như sau:

(1) *Bước một*: với dung dịch FeCl_2 được 450 – 600 g/l, nhiệt độ 40 – 50°C, mật độ dòng điện 0,5 – 2 A/dm², thời gian mạ 20 – 30 phút.

(2) *Bước hai*: Dần dần tăng dòng điện đến bình thường.

(3) *Bước ba*: Mạ với mật độ dòng điện 20 – 30 A/dm².

3. Pha chế dung dịch

Có ba phương pháp pha chế dung dịch mạ sắt: pha trực tiếp từ FeCl_2 , dùng phoi sắt và axit HCl pha chế, khử FeCl_3 thành FeCl_2 . Vì FeCl_2 đắt, khó mua, nên phương pháp thứ nhất ít dùng.

(1) Pha chế bằng phoi sắt và axit clohidric

Khi pha chế dung dịch mạ sắt có thể dùng axit HCl công nghiệp, nhưng cần phân tích để không có hàm lượng Hg^{+2} , Pb^{+2} , Cr^{+3} , $\text{C}_2\text{O}_7^{-2}$, NO_3^- , SO_4^{-2} và phenol. Phoi sắt có thể dùng phoi sắt cacbon thấp hoặc bột sắt hoàn nguyên, cần chú ý không có tạp chất Cr, Pb, Sn, Al v.v..., trước khi sử dụng cần tẩy dầu và rửa sạch.

Khi pha chế dung dịch, trước tiên lấy một nửa lượng HCl, phoi sắt cho vào làm nhiều lần, thỉnh thoảng khuấy, khống chế $\text{pH} = 0,5 - 1$ là thích hợp. Nếu pH cao điều chỉnh bằng HCl. Sau khi phoi sắt hòa tan hết, nếu có kết tinh, hòa tan bằng nước axit hóa, lọc dung dịch. Để yên 24 giờ, cho vào bể mạ, cho nước đến mức quy định, điều chỉnh pH bằng HCl.

Sau khi pha dung dịch, dùng anốt, catốt là thép cacbon thấp, $S_{\text{anốt}}/S_{\text{catốt}} > 4$, với mật độ dòng điện 8 – 10 A/dm² xử lý điện phân. Trong quá trình xử lý cần điều chỉnh độ pH, xử lý điện phân đến khi dung dịch có màu xanh lục trong suốt. Bavia cạnh bên bể mặt catốt có dạng trụ tròn và bóng. Bavia có tính dẻo nhất định thì ngừng. Điều chỉnh lại nồng độ, độ axit, lọc dung dịch rồi mạ.

Khi pha chế dung dịch, lượng phoi sắt và HCl cần dùng xem bảng 16.3.

Bảng 16.3. Lượng phoi sắt và HCl cần dùng khi pha dung dịch mạ sắt

Nồng độ FeCl_2 (g/l)	Lượng phoi sắt cần dùng (g/l)	Tỷ trọng HCl					
		1,139	1,144	1,149	1,154	1,159	1,164
		Hàm lượng HCl (%)					
		27	29	30	31	32	33
		Lượng HCl cần dùng (g/l)					
127	55,8	270	252	243	235	228	221
160	70,4	341	317	307	297	287	279
193	84,9	411	383	369	358	347	336
223	98,1	475	442	427	414	400	371
256	112,6	545	507	490	474	460	446
287	126,2	611	569	550	532	516	500
320	140,8	661	634	613	593	575	557
350	154,0	745	694	670	649	629	610
382	170,2	813	757	732	708	684	665
415	182,6	883	823	795	769	749	692

(2) Pha chế dung dịch bằng cách khử FeCl_3

Hòa tan FeCl_3 bằng nước axit hóa pH < 1, dùng phoi sắt và HCl tỷ lệ 1:1 để khử Fe^{+3} . Khi phản ứng, phải đảm bảo pH < 1, cần cho vào từ từ, tránh quá nhiệt. Khi dung dịch có màu xanh, lọc để điều chỉnh nồng độ pH và xử lý điện phân.

Nếu không cho HCl và phoi sắt, cũng có thể xử lý trực tiếp bằng điện phân. Khi xử lý điện phân, nhiệt độ cần dưới 50°C , mật độ dòng điện 8 – 10 A/dm², $S_{\text{anốt}}/S_{\text{catốt}} > 4$ tránh quá nhiệt và chống thụ động anốt. Xử lý điện phân lúc đầu, Fe^{+3} dễ thủy phân, pH cần thấp một chút (pH = 0,5), sau khi dung dịch chuyển màu xanh, khống chế pH = 0,5 – 1.

4. Duy trì công nghệ

(1) Cần thường xuyên phân tích và điều chỉnh, khi $S_{\text{anốt}}/S_{\text{catốt}} = 1,5 - 2,5$ nồng độ thay đổi ít. Khi hàm lượng Fe^{+2} thấp có thể tăng diện tích anốt điện phân, khi hàm lượng Fe^{+2} cao, cho nước axit hóa.

(2) Thường xuyên cho HCl loãng để điều chỉnh pH trong phạm vi quy định, trong quá trình mạ, cho axit loãng không được gần chi tiết mạ, nếu không ảnh hưởng chất lượng.

(3) Khi Fe^{+3} đạt đến 2g/l, cần điện phân xử lý, Fe^{+3} đạt đến 3 – 5g/l lớp mạ giòn, cứng, không được mạ. Khi không mạ cần nâng cao độ axit, treo tấm sắt để tránh Fe^{+2} oxy hóa.

(4) Để phòng SO_4^{-2} rơi vào, làm cho lớp mạ trắng, gai nhiều mà bóng; tốc độ mạ chậm, lớp mạ cứng, giòn độ bám chắc kém. Khử SO_4^{-2} bằng cách dùng BaCl_2 kết tủa.

(5) Dùng vải bao anốt, để phòng cacbon trong anốt đi vào dung dịch làm cho lớp mạ gai, thô, mạ không dày, độ bám chắc kém v.v..., cần thường xuyên rửa anốt. Khi tạp chất cacbon nhiều, cần lọc.

(6) Tạp chất đồng làm giảm độ bám chắc, khử đi bằng phương pháp trao đổi, treo tấm sắt.

(7) Tạp chất Cr^{+6} , NO_3^- , Hg^{+2} , Pb^{+2} v.v... lẫn vào dung dịch rất khó khử đi, cho nên phải rất cẩn thận để tránh rơi vào. Khi đo tỷ trọng, không đo ở trong bể, dùng nhiệt kế, rượu thay thế nhiệt kế thủy ngân để đo nhiệt độ, để phòng Hg^{+2} , Pb^{+2} rơi vào dung dịch. Khử Cr^{+6} bằng cách xử lý điện phân thời gian dài với catốt hình sóng, khử NO_3^- bằng cách gia nhiệt.

IV – DUNG DỊCH MẠ SẮT SUNFAT – CLORUA

Công nghệ này không có ưu điểm nổi bật, được dùng để mạ lớp mạ cứng, dày, bảo vệ và không chế dung dịch khó khăn. Chế độ công nghệ xem bảng 16.4.

Bảng 16.4. Chế độ công nghệ mạ sắt sunfat – clorua

<div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg);"> Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ </div>	1	2	3
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	250	250	248
$\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	30	42	36
NH_4Cl	7	20	20
pH	4,5–6	3,5–5,5	3,5–5,5
Nhiệt độ (°C)	40	35–43	27–70
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	5–10	5–10	2–10

V – CÔNG NGHỆ MẠ SẮT KHÁC

Chế độ công nghệ mạ sắt khác xem bảng 16.5.

Bảng 16.5. Chế độ công nghệ mạ sắt khác.

Loại dung dịch Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Dung dịch floborat		Dung dịch muối sunfamat	Dung dịch muối clo cao	
	1	2	3	4	5
$\text{Fe}(\text{BF}_4)_2$	226	60			
NaCl	10		23 – 60		100
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$		300			
NH_4Cl		40			
$\text{NH}_2\text{SO}_3 \text{NH}_4$			23 – 45		
Fe^{+2}			68 – 113		
$\text{Fe}(\text{ClO}_4)_2$				250	250
pH	3,0 – 3,4	3 – 4	2,5 – 3,3	1 – 2	1 – 2
Nhiệt độ (°C)	57 – 63	60	43 – 66	75	75
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	2 – 6	4	1–10	12	12

Chương 17

MẠ BẠC

I - KHÁI NIỆM

Bạc là kim loại màu trắng. Bạc dễ dát mỏng, kéo dài, dễ đánh bóng, có độ phản quang tốt, dẫn nhiệt, dẫn điện tốt, tính hàn tốt. Bạc có tính ổn định hóa học cao, không tác dụng với oxy trong không khí và nước, nhưng dễ hòa tan trong HNO_3 loãng và H_2SO_4 đặc nóng. Trong không khí có hợp chất Clo, lưu huỳnh lớp mạ biến màu, xấu, tính phản quang kém.

Điện thế tiêu chuẩn của bạc là 0,799V, đối với sắt thép và đồng, bạc là lớp mạ catốt.

Những chi tiết trong công nghiệp điện tử, chế tạo đồng hồ đo, vô tuyến điện, mạ bạc được sử dụng rộng rãi để làm giảm điện trở tiếp xúc, nâng cao tính hàn kim loại. Mạ bạc trang sức cho các dụng cụ gia đình, đồ ăn, các loại công nghệ phẩm khác. Mạ để tăng độ phản quang cho các thiết bị chiếu sáng và dụng cụ quang học khác.

Dung dịch mạ bạc có hai loại: dung dịch xianua và dung dịch không có xianua. Những năm gần đây đã nghiên cứu rất nhiều về dung dịch không có xianua nhưng chưa có đột phá quan trọng, thực tế sản xuất vẫn dùng nhiều dung dịch xianua.

II - DUNG DỊCH MẠ BẠC XIANUA

1. Đặc điểm công nghệ

Thành phần chủ yếu của dung dịch mạ bạc xianua là muối phức bạc xianua và có lượng nhất định hợp chất xianua tự do.

Dung dịch mạ bạc xianua có khả năng phân bố tốt, kết tinh mịn, màu trắng bạc, nhưng rất độc, cần có thiết bị hút độc tốt và thiết bị xử lý nước thải.

Trước kia chất làm bóng mạ bạc là selen, CS_2 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, chất hữu cơ có lưu huỳnh v.v..., dùng chất làm bóng này chỉ thu được lớp mạ nửa bóng, trong lớp mạ có lẫn lưu huỳnh, ảnh hưởng đến độ biến màu lớp mạ. Mấy năm nay do yêu cầu phát triển kỹ thuật mới, sản phẩm đẹp, chất làm bóng mới được sử dụng rộng rãi.

2. Chế độ công nghệ

Chế độ công nghệ mạ bạc xianua thông thường xem bảng 17.1.

Chế độ công nghệ mạ bạc xianua bóng xem bảng 17.2.

Bảng 17.1. Chế độ công nghệ mạ bạc xianua thông thường

<div> <div>Pha chế</div> <div>Hàm lượng (g/l)</div> <div>Thành phần và chế độ</div> </div>	1	2	3	4	5	6	7	8
AgCl	35 – 40					35 – 45	40 – 50	
AgNO ₃					70 – 90			40 – 55
AgCN			65 – 135	41				
KCN (tổng)	65 – 80		80 – 135	60	100 – 125		70 – 85	
KCN (tự do)	35 – 45		45 – 75	40	45 – 75	15 – 25		60 – 75
K ₂ CO ₃			15	60		25 – 35	10 – 20	20 – 30
KAg(CN) ₂		55 – 80						
KCNS		150 – 250						
KCl		25						
KNO ₃					70–90			
KOH				11				3–5
C ₆ Cl ₂ 6H ₂ O						0,8 – 1		
NiCl ₂ 6H ₂ O							30 – 40	
KNaC ₄ H ₄ O ₆ 4H ₂ O							20 – 30	40 – 60
KSbOC ₄ H ₄ O ₆ $\frac{1}{2}$ H ₂ O								1,5–,5
Nhiệt độ (°C)	10 – 35	10–50	20–30	30–45	20–43	15–25	15–35	15–25
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	0,1–0,5	0,5–1,5	1,5–5	2–11	1,0–3,6	0,8–1,0	<0,7	0,3–0,5

Chú ý: Pha chế 1: dùng cho bạc thường, pha chế 2 cho mạ bạc xianua thấp, pha chế 3 cho mạ bạc dày cần khuấy, pha chế 4 cho mạ bạc nhanh cần khuấy, pha chế 5 cho mạ bạc nhanh, pha chế 6, 7, 8 cho mạ bạc cứng, pha chế 7 cho mạ bạc cứng quay.

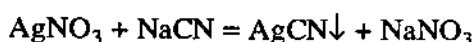
Bảng 17.2. Chế độ mạ bạc xianua bóng

<i>Pha chế</i> <i>Hàm lượng (g/l)</i> <i>Thành phần và chế độ</i>	1	2	3
Ag (ở dạng AgCN)			25-35
AgCl	35-45	55-65	
KCN (tự do)	45-55		100-130
KCN (tổng)		70-75	
KOH			10
Na ₂ S ₂ O ₃ 5H ₂ O	0,5-1		
HCN ₂ - SH		0,5	
C ₄ H ₆ O ₂		0,5	
FB - 1 ml/l			10
FB - 2 ml/l			10
Nhiệt độ (°C)	18-35	15-35	20-30
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	0,2-0,5	1-2	0,5-2,5

3. Pha chế dung dịch

(1) Pha chế AgCN

Phản ứng giữa AgNO₃ và NaCN tạo thành AgCN, phản ứng như sau:



a) Hòa tan riêng biệt AgNO₃ và NaCN trong thùng riêng với một lượng nước thích hợp (để điều chế 1g AgCN cần 1,27g AgNO₃ và 0,366g NaCN).

b) Vừa khuấy vừa cho từ từ NaCN đã hòa tan vào trong dung dịch AgNO₃, để phản ứng hoàn toàn, toàn bộ bạc tạo thành AgCN kết tủa (lúc này có thể lấy một ít dung dịch NaCN kiểm tra dung dịch lắng, trong phía trên có còn bạc hay không) để yên trong chỗ tối 1 - 2 giờ.

c) Sau khi lọc, dùng nước trao đổi ion rửa nhiều lần kết tủa bạc, được AgCN.

(2) Pha chế dung dịch mạ

a) Hòa tan KCN đã tính toán (bao gồm cả KCN tự do) hòa tan trong 1/3 thể tích nước đã qua trao đổi ion.

b) Vừa khuấy vừa cho dần AgCN đã điều chế vào trong dung dịch KCN. Pha 1,5g KAg(CN)₂ cần dùng 1g AgCN và 0,5g KCN.

c) Hòa tan riêng biệt K_2CO_3 và các chất phụ gia khác rồi cho vào dung dịch mạ bạc xianua, bổ sung nước đã qua trao đổi ion đến mức quy định, sau đó cho chất làm bóng, tốt nhất trước khi cho chất làm bóng, cân gia nhiệt dung dịch đến $70^\circ C$, cho 1 – 1,5g/l than hoạt tính, khuấy 1 giờ rồi lọc.

4. Duy trì công nghệ

(1) Dung dịch mạ bạc xianua để làm, thông thường phải quan sát bề ngoài lớp mạ và theo kết quả phân tích mà điều chỉnh dung dịch.

Dung dịch cần có hợp chất xianua tự do nhất định mới đảm bảo dung dịch ổn định, lớp mạ mịn, anốt hòa tan đều, khả năng dẫn điện tốt. Đặc biệt khi mạ bạc bóng, nồng độ xianua cao mới phát huy đầy đủ tác dụng chất làm bóng.

(2) Dung dịch cần có lượng K_2CO_3 nhất định (khi pha mới cho vào, về sau không cần cho) để nâng cao khả năng phân bố và dẫn điện của dung dịch. Nhưng nếu hàm lượng K_2CO_3 tăng quá 80g/l, anốt thụ động, lớp mạ thô. Nếu K_2CO_3 quá cao có thể cho $Ca(NO_3)_2$ hoặc $Ca(OH)_2$ để tạo thành $CaCO_3$ kết tủa. (Để khử 1g KCO_3 cần 0,5 g $Ca(OH)_2$ hoặc 1,2 g $Ca(NO_3)_2$).

(3) Dung dịch mạ bạc xianua thường dùng KCN mà không dùng NaCN. Nguyên nhân như sau:

a) Độ dẫn điện muối kali tốt hơn muối natri, có thể mạ mật độ dòng điện cao, phân cực catốt lớn, lớp mạ mịn, khả năng phân bố tốt.

b) Hàm lượng lưu huỳnh trong muối kali ít hơn so với muối natri.

c) K_2CO_3 sinh ra và tích lũy có độ hòa tan lớn hơn Na_2CO_3 .

d) Muối kali khó làm cho anốt thụ động.

(4) Anốt thường dùng trong mạ là tấm bạc, hàm lượng bạc 99,97%. Nếu độ tinh khiết anốt bạc không cao trên bề mặt anốt có màng đen và bong ra làm cho lớp mạ thô.

(5) Cần thường xuyên định kỳ hoặc liên tục lọc dung dịch. Đặc biệt khi mạ bạc dày và mạ bạc nhanh, lọc liên tục rất quan trọng.

(6) Thường xuyên bổ sung chất làm bóng. Bổ sung theo thuyết minh hoặc theo thí nghiệm nhỏ. Đặc biệt khi mạ bạc dày và mạ bạc nhanh, lọc liên tục rất quan trọng.

III – DUNG DỊCH MẠ BẠC MUỐI THIOSUNFAT

1. Đặc điểm công nghệ

Dung dịch mạ bạc muối Thiosunfat dùng $(NH_4)_2S_2O_3$ hoặc $Na_2S_2O_3$ để làm muối phức; dùng AgCl, AgBr hoặc $AgNO_3$ làm muối bạc. $Na_2S_2O_3$ hoặc $(NH_4)_2S_2O_3$ với $K_2S_2O_5$ hoặc K_2SO_3 , chọn pha chế hai loại trên, hiệu quả như

nhau. Dung dịch này thành phần đơn giản, pha chế thuận tiện, khả năng phân bố tốt, hiệu suất dòng điện cao, lớp mạ mịn, dễ hàn. Nhưng dung dịch không ổn định, phạm vi sử dụng mật độ dòng điện hẹp, trong lớp mạ có lẫn một ít lưu huỳnh.

2. Chế độ công nghệ xem bảng 17.3

Bảng 17.3. Chế độ công nghệ mạ bạc dung dịch muối Thiosunfat

<div>Hàm lượng (g/l)</div> <div>Thành phần và chế độ</div> <div>Pha chế</div>	1	2	3	4
AgNO_3	45–50	40–45	40–50	40–60
$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$	230–260		200–250	
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$		200–250		200–300
$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$		40–45	40–50	60–84
$\text{CH}_3\text{COONH}_4$	20–30	20–30		
Na_2SO_3	80–100			
$\text{CH}_5\text{N}_3\text{S}$	0,5–0,8	0,6–0,8		
Chất phụ gia SL – 80 ml/l			8–12	
Chất làm bóng			0,3–0,5	
Na_2SO_4				10–20
H_3BO_3				22–35
ZV – 19 ml/l				10–30
pH	5,0–6,0	5–6	5–6	4,2–4,6
Nhiệt độ (°C)	15–35	thường	thường	10–25
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	0,1–0,3	0,1–0,3	0,3–0,8	0,4–2
$S_{\text{catốt}} : S_{\text{môđ}}$	1:2–3	1:2	1:2–3	

Chú ý: Pha chế 1 – 2 – 3 mạ treo Pha chế 3 – 4 mạ bạc bóng.

3. Pha chế dung dịch

Lấy thí dụ như pha chế 3

(I) Hòa tan $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$ đã tính toán vào trong 1/3 thể tích nước cất hoặc nước trao đổi ion.

(2) Hòa tan riêng từng phần AgNO_3 và $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ vào trong 1/4 thể tích nước cất; vừa khuấy vừa đổ từ từ dung dịch $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ vào trong dung dịch AgNO_3 tạo thành dung dịch vẩn đục $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (nếu có kết tủa màu vàng vẩn sử dụng được).

(3) Cho dung dịch vẩn đục $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3$ vào trong dung dịch $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$, Ag^+ sẽ tạo phức với $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$ tạo thành dung dịch trong hơi vàng.

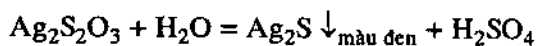
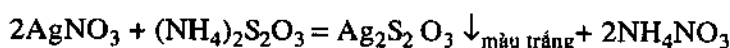
(4) Để lắng dung dịch qua đêm, lọc dung dịch cho chất làm bóng và bổ sung nước đến mức quy định.

4. Duy trì công nghệ

(1) Cần định kỳ phân tích dung dịch và bổ sung kịp thời. Thông thường phải đảm bảo tỷ lệ:

$\text{AgNO}_3 : \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5 : (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3 = 1 : 1 : 5$ (theo trọng lượng là thích hợp)

(2) Cho AgNO_3 cùng với $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ theo tỷ lệ 1:1 (theo trọng lượng), không được cho AgNO_3 vào trong dung dịch $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$ để tránh sinh ra Ag_2S kết tủa. Quá trình phản ứng như sau:



(3) Trong quá trình mạ phải chú ý đo và điều chỉnh pH. Điều chỉnh pH phải dùng axit yếu, không dùng axit mạnh để đảm bảo dung dịch ổn định.

(4) Ảnh hưởng của tạp chất: Dung dịch có Fe^{+2} và Fe^{+3} dung dịch có màu vàng (Fe^{+2}) hoặc màu nâu (Fe^{+3}) kết tủa, sau khi lọc không ảnh hưởng đến chất lượng mạ. Khi hàm lượng $\text{Cu}^{+2} > 5\text{g/l}$, chỗ mật độ dòng điện thấp màu tối. Khi hàm lượng $\text{Pb}^{+2} = 0,5\text{ g/l}$, dung dịch xuất hiện kết tủa, lớp mạ đen, phạm vi bóng thu hẹp. Điện phân với mật độ dòng điện thấp có thể loại bỏ tạp chất Cu^{+2} , Pb^{+2} .

IV – DUNG DỊCH MẠ BẠC KHÁC

Chế độ công nghệ xem bảng 17.4.

Dung dịch 1 thành phần đơn giản, pha chế thuận tiện, dễ duy trì, lớp mạ kết tinh mịn bóng, khả năng phân bố gần với dung dịch xianua. Lớp mạ chống gỉ tốt, độ bám chắc tốt, dễ hàn. Nhưng dung dịch dễ bay hơi, pH thay đổi nhanh, nhạy với tạp chất Cu^{+2} . Dung dịch biến màu, tạp chất sắt làm phạm vi độ bóng thu hẹp.

Bảng 17.4. Chế độ công nghệ mạ bạc khác không có xianua

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Loại dung dịch		
	1	2	3
AgNO ₃	30-40	20-40	42-50
HS(SO ₃ NH ₄) ₂	80-120		
(NH ₄) ₂ SO ₄	100-140		
(NH ₄) ₃ C ₆ H ₅ O ₇	1-5		
HOC ₆ H ₃ COOH SO ₃ H 2H ₂ O		100-140	
CH ₃ COONH ₄		46-68	77
NH ₃ H ₂ O (ml/l)		44-66	32
Tổng lượng amon		20-30	
KOH		8-13	45-55
C ₆ H ₅ O ₂ N			90-110
K ₂ CO ₃			70-82
pH	8,2-8,9	8,5-9,5	9-9,5
Nhiệt độ (°C)	thường	thường	thường
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	0,2-0,4	0,2-0,4	0,2-0,4

Dung dịch 2 khả năng phân bố gần với dung dịch 1, các tính năng khác về cơ bản giống như dung dịch 1.

Dung dịch 3 có kết tinh mịn, bóng, độ dẻo tốt, tính năng chủ yếu gần giống với dung dịch xianua, nhưng dung dịch nhạy với tạp chất Cu⁺² và Cl⁻.

V - XỬ LÝ TRƯỚC KHI MẠ

Điện thế tiêu chuẩn của đồng, sắt âm hơn so với bạc, vì vậy khi cho chi tiết sắt thép, đồng và hợp kim đồng vào dung dịch mạ bạc thì trên bề mặt vật mạ sẽ sinh ra phản ứng trao đổi. Nó không những ảnh hưởng đến độ bám chắc lớp mạ, ion đồng và sắt sinh ra trong quá trình trao đổi làm bẩn dung dịch mạ; Vì vậy chi tiết trước khi mạ bạc tiến hành xử lý bình thường (như tẩy dầu, tẩy axit) còn cần phải xử lý đặc biệt. Phương pháp thường dùng là hỗn hống hóa, thấm bạc hoặc mạ lót bạc.

1. Hỗn hống hóa

Chế độ công nghệ hỗn hống hóa thường dùng xem bảng 1.5.

Bảng 1.5. Chế độ công nghệ hỗn hống hóa thường dùng

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế		
	1	2	3
Hg ₂ Cl ₂	5-8	3-5	
Na ₂ SO ₃		80-100	
EDTA		3-5	
Na ₂ S ₂ O ₃ 5H ₂ O	230-250		
KCN			60-70
AgNO ₃		3-5	
HgO			6-8
Nhiệt độ (°C)	10-35	10-35	thường
Thời gian (giây)	3-5	3-5	3-5

Đồng, hợp kim đồng hoặc chi tiết mạ trước lớp đồng đưa vào dung dịch có thủy ngân, tạo hợp kim đồng - thủy ngân. Chi tiết sau khi hỗn hống hóa, trên bề mặt tạo một lớp màu trắng, xanh nhạt, đồng đều, rửa nước, tẩy nhẹ trong HCl 1:1, rửa sạch rồi mạ bạc. Sắt thép, hợp kim niken không thể trực tiếp hỗn hống hóa, có thể mạ lớp đồng rồi tiến hành hỗn hống hóa.

2. Thẩm bạc

Do thủy ngân độc, ô nhiễm môi trường, cho nên thay thế công nghệ hỗn hống hóa bằng công nghệ thẩm bạc. Công nghệ thẩm bạc xem bảng 17.6.

Bảng 17.6. Chế độ công nghệ thẩm bạc

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế	
	1	2
AgNO ₃	15-20	
Ag (ở dạng Ag ₂ SO ₃)		0,5-0,6
CS(NH ₂) ₂	200-220	
Na ₂ SO ₃		100-200
pH	4	
Nhiệt độ (°C)	15-30	15-30
Thời gian (giây)	60-120	3-10

Chú ý: Sau khi thẩm bạc phải tăng cường rửa, nếu không dung dịch thẩm bạc rơi vào bề mặt mạ bạc, làm bẩn dung dịch.

3. Mạ lót bạc

Công nghệ mạ lót xem bảng 17.7.

Bảng 17.7. Công nghệ mạ lót bạc

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế	(Sắt, thép)	(Kim loại màu)	(Sắt thép và kim loại màu)
AgCN		2-3	3-5	0,7-1
KCN (tổng)		65-75	60-70	
K ₂ CO ₃			5-10	10-20
CuCO ₃ Cu(OH) ₂		10-15		
K ₄ Fe(CN) ₆				100-140
Nhiệt độ (°C)		18-30	18-30	25-48
Mật độ dòng điện (A/dm ²)		0,3-0,5	0,3-0,5	0,3-0,6
Thời gian (giờ)		30-60	60-120	180-380

Chú ý: Sắt, thép, hợp kim niken, đồng thối, đồng và hợp kim đồng có yêu cầu cao cần phải mạ lót đồng hoặc mạ lót niken trước khi mạ bạc lót. Pha chế 1 dùng cho sắt thép, pha chế 2 dùng cho kim loại màu, Pha chế 3 dùng anốt lá thép không gỉ.

VI - XỬ LÝ SAU KHI MẠ

1. Phương pháp chống sự biến màu bạc

Chỉ tiết bạc trong quá trình vận chuyển hoặc dự trữ khi tiếp xúc những chất ăn mòn như SO₂, H₂S, Cl⁻ v.v... trong không khí, bạc biến màu rất nhanh do tạo thành bạc clorua, bạc sunfua, bạc sunfat v.v..., làm mất độ bóng, dần dần biến thành màu vàng nhạt → xanh tím → nâu đen. Sự biến màu của bạc có quan hệ với nhiều nhân tố như độ tinh khiết của bạc, môi trường xung quanh lớp mạ như nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ các chất ăn mòn v.v...

Sự biến màu bạc không những ảnh hưởng đến bề ngoài còn ảnh hưởng nghiêm trọng đến tính năng hàn, độ dẫn điện của lớp mạ.

Có nhiều phương pháp chống biến màu bạc như phương pháp thụ động hóa học, phương pháp thụ động điện hóa, phương pháp bảo vệ màng hữu cơ, phương pháp mạ kim loại quý v.v...

Dù áp dụng phương pháp chống sự biến màu nào, cần phải đạt yêu cầu sau đây:

(1) Có khả năng chống biến màu nhất định

- (2) Có tính năng hàn.
(3) Có điện trở tiếp xúc nhỏ.

2. Phương pháp thụ động hóa học

Công nghệ thụ động hóa học muối cromat xem bảng 17.8. Quy trình công nghệ cụ thể tạo màng như sau: Khử màng → trung hòa → thụ động hóa học. Công nghệ trước 3 giai đoạn này là công nghệ làm bóng. Thụ động muối Cromat giá thành thấp, thao tác đơn giản, duy trì dễ dàng, nhưng hiệu quả chống biến màu thấp.

Bảng 17.8. Chế độ công nghệ thụ động hóa học

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế	
	1	2
$K_2Cr_2O_7$	10 – 15	40
HNO_3	10 – 15ml/l	
CH_3COOH		0,2 ml/l
Ag_2O		5
pH		4,0–4,2
Nhiệt độ (°C)	10 – 15	
Thời gian (giây)	20 – 30	

Bảng 17.9. Chế độ công nghệ làm bóng thường dùng

Pha chế	Công nghệ		Tạo màng	Tẩy màng	Trung hòa
	Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ				
1	CrO_3	30–50			
	$NaCl$	1–2,5			
	Cr_2O_3	3–5			
	$K_2Cr_2O_7$			10–15	
	HNO_3 (1,42)			5–10	5%–10%
	pH	1,5–1,9			
	Nhiệt độ (°C)	thường	thường	thường	thường
	Thời gian (giây)	10,–15	10–20		3–5

Pha chế	Công nghệ		Tạo màng	Tẩy màng	Trung hòa
	Hàm lượng (g/l)	Thành phần và chế độ			
2	CrO_3		55-65		
	NaCl		14-18		
	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$			150-200	
	NaOH				90-100 (trung hòa bằng HCl)
	Nhiệt độ		thường	thường	
	Thời gian (giây)		10-20	10-15	

Chú ý: Pha chế 1: Dung dịch mạ bạc xianua
Pha chế 2: Dung dịch mạ bạc không xianua

3. Thụ động điện hóa

Chi tiết mạ bạc qua tẩy bóng (hoặc chưa tẩy bóng) tiến hành thụ động hóa trên catốt, tạo lớp màng thụ động. Lớp màng này có bề mặt đẹp, chống sự thay đổi màu, đảm bảo mối hàn chi tiết.

Bảng 17.10. Chế độ công nghệ thụ động điện hóa

Pha chế		1	2	3	4
Hàm lượng (g/l)	Thành phần và chế độ				
K_2CrO_4		8-10			
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$			45-67	30-40	25-35
K_2CO_3		6-8			
KNO_3			10-15		
Al(OH)_3				0,5-1	
pH		9-10	7-8	5-6	6-9
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)		10-35	10-35	10-35	
Mật độ dòng điện (A/dm^2)		0,5-1	2-3,5	0,05-0,1	0,1
Thời gian (giây)		2-5	1-3	5-6	1

4. Lớp mạ kim loại quý

Trên lớp mạ bạc, mạ lớp vàng, hợp kim vàng, hợp kim gốc, bạc, hợp kim niken bạc v.v... có thể đạt mục đích chống biến màu bạc. Vì giá thành cao,

cho nên những chi tiết chính xác cần có độ ổn định cao, tính chịu mài mòn cao mới sử dụng phương pháp này.

Ngoài các phương pháp trên còn có công nghệ thụ động trong hợp chất hữu cơ, phương pháp phủ lớp màng sơn hữu cơ trên bề mặt lớp bạc. Căn cứ vào yêu cầu tính năng chi tiết, môi trường sử dụng mà chọn phương pháp chống sự biến màu, nhưng công nghệ phải đơn giản, năng suất cao, có hiệu quả tốt.

VII – THU HỒI BẠC

1. Thu hồi bạc trong dung dịch nước thải có xianua

Trong quá trình hút, cho vào dung dịch nước thải axit HCl quá lượng, làm cho toàn bộ ion bạc tạo thành AgCl kết tủa, để lắng dung dịch, nghiêng đổ đi, rửa AgCl bằng nước sạch ta được AgCl có thể dùng được.

2. Thu hồi bạc trong dung dịch nước thải không có xianua

Dùng NaOH 10% điều chỉnh dung dịch nước thải pH = 8 – 9, cho Na₂S vào dung dịch, Ag₂S kết tủa, rửa nhiều lần kết tủa bằng nước để loại bỏ các ion khác, lọc bỏ phần nước. Ag₂S kết tủa cho vào chén nung ở nhiệt độ 800 – 900°C để khử lưu huỳnh cho đến khi thành bạc. Sau khi để nguội, cứ 100g bạc cho 10g hàn the và 5g NaCl, đem nung được bạc tinh khiết.

Chương 18.

MẠ VÀNG

I – KHÁI NIỆM

Vàng có tính ổn định cao, chỉ hòa tan trong nước cường toan, không hòa tan trong bất cứ axit nào. Lớp mạ vàng chịu ăn mòn tốt, dẫn điện tốt, dễ hàn, chịu nhiệt độ và chịu mài mòn nhất định (nếu mạ vàng cứng). Vì thế mạ vàng được dùng rộng rãi để mạ các chi tiết cần có tham số ổn định cao như dụng cụ đồng hồ chính xác, bản ion, mạch điện, vỏ ống điện tử, tiếp điểm v.v... Lớp mạ có màu vàng kim, kéo dài tốt, dễ đánh bóng, chống biến màu tốt. Mạ hợp kim vàng có nhiều màu sắc khác nhau là lớp mạ trang sức. Thí dụ như mạ các chi tiết đồng hồ, sản phẩm mỹ thuật v.v... Nhưng mạ vàng đắt, vì thế sử dụng hạn chế.

Các loại dung dịch mạ vàng: dung dịch mạ vàng xianua, mạ vàng trung tính, mạ vàng axit, mạ vàng muối sunfat v.v...

II – MẠ VÀNG DUNG DỊCH XIANUA

1. Đặc điểm công nghệ

Trong dung dịch mạ vàng xianua, vàng tồn tại dưới dạng $\text{Au}(\text{CN})_2^-$, dung dịch còn có lượng nhất định xianua tự do; dung dịch có phân cực catốt lớn, khả năng phân bố tốt. Hiệu suất dòng điện cao (gần 100%), tạp chất kim loại khó kết tủa cùng, do đó lớp mạ có độ tinh khiết cao.

Lớp mạ có độ cứng thấp, lỗ xốp nhiều. Khi cho vào dung dịch ion kim loại như niken, coban v.v... có thể nâng cao độ mài mòn lớp mạ. Cho một ít hợp chất kim loại khác (như đồng xianua, bạc xianua) lớp mạ có màu đỏ, màu vàng kim loại nhạt hoặc màu xanh, thỏa mãn yêu cầu trang sức đặc biệt. Dung dịch này dùng để mạ trang sức.

2. Chế độ công nghệ

Chế độ công nghệ xem bảng 18.1.

Bảng 18.1. Chế độ công nghệ mạ vàng xianua

<div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg); transform-origin: left top;"> Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ </div>	1	2	3	4	5	6
Au (ở dạng KAu(CN)_2)	4-5	3-5	4-12	4	12	35-25
KCN (tổng)	15-20	15-25	30		90	
KCN (tự do)		3-6		16		8-10
NaOH						1
K_2CO_3	15		30	10		100
$\text{K}_3(\text{Co(CN)}_6)$				12		
K_2HPO_4			30			
KAg(CN)_2					0,3	
$\text{K}_2\text{Ni(CN)}_4$					15	
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$					20	
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	thường	60-70	50-65	70	21	55-60
pH	8-9		12			
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	0,05-0,1	0,2-0,3	0,1-0,5	0,2	0,5	2-4
Anốt	Vàng, Pt	Au	Au	Au	Au	Au

Chú ý: Pha chế 1 - 2: mạ vàng thường. Pha chế 3 không dùng mạ mạch in vì ăn mòn hợp kim đồng.
 Pha chế 4: mạ vàng cứng. Pha chế 5: mạ vàng bóng, có màu hơi xanh. Pha chế 6: mạ vàng dày.

3. Pha chế dung dịch

(1) Điều chế AuCl_3

Cắt vàng thành những mảnh vụn. Hòa tan vàng trong nước cường thủy nóng (1 gam vàng cần 2,7 ml HNO_3 đặc và 8 ml HCl đặc). Sau khi hòa tan hết, cô đặc bằng cách gia nhiệt (không vượt quá 100°C để tránh sinh ra vàng hóa trị một không hòa tan trong nước). Khử NO_2 được hợp chất AuCl_3 màu đỏ, để nguội.

(2) Điều chế $\text{Au(NH}_3)_3(\text{OH})_3$

Dùng nước cất gấp 5 lần thể tích để hòa tan AuCl_3 . Sau đó vừa khuấy, vừa cho dần NH_4OH (1 gam vàng cần dùng 10 ml NH_4OH đặc), thu được kết tủa màu vàng $\text{Au(NH}_3)_3(\text{OH})_3$. Khuấy đều để bốc hơi hết NH_4OH , không có mùi

amoniac. Khi khử amoniac không cho nước để phòng kết tủa khô. Sau đó lọc hút, rửa nước 2 - 3 lần, được $\text{Au}(\text{NH}_3)_3(\text{OH})_3$. Trong quá trình làm việc, không được sấy khô, phải sử dụng ngay để tránh nổ.

(3) Điều chế $\text{KAu}(\text{CN})_2$

Lấy kết tủa $\text{Au}(\text{NH}_3)_3(\text{OH})_3$ cùng giấy lọc cho vào dung dịch KCN 30 - 40%, gia nhiệt cho hòa tan, được dung dịch trong suốt không màu, 1 gam vàng cần 1,2 - 1,5g KCN.

(4) Điều chế $\text{KNi}(\text{CN})_3$

Cho 25g NiSO_4 hòa tan trong 50 ml nước, cho 25g KCN, sinh ra kết tủa trắng. Cho 100 ml $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ để K_2SO_4 kết tủa hoàn toàn, lọc, rửa 2 - 3 lần bằng $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Dung dịch màu vàng cho vào dụng cụ chưng cất, bay hơi đến khi có kết tinh màu vàng. Sấy khô 100 - 110°C, điều chế được 1g $\text{KNi}(\text{CN})_3$ cần 0,97g NiSO_4 và 0,8 - 1g KCN.

(5) Pha chế dung dịch

$\text{KAu}(\text{CN})_2$ vừa điều chế và các thành phần khác hòa tan trong nước, khuấy đều, điều chỉnh pH, có thể mạ thử.

4. Duy trì công nghệ

(1) Mạ vàng xianua dùng mật độ dòng điện catốt thấp. Khi lớp mạ có màu đỏ mờ, nên giảm mật độ dòng điện hoặc nâng cao nhiệt độ để tránh tạp chất kim loại kết tủa.

(2) Dung dịch mạ đồng xianua ít nhạy với tạp chất kim loại, nhưng phải tránh tạp chất đồng, bạc, nhôm v.v... rơi vào dung dịch, để tránh tạp chất có hàm lượng cao, ảnh hưởng đến cấu tạo, bề mặt lớp mạ, làm giảm tính hàn và độ dẫn điện lớp mạ. Dung dịch có Cl^- làm giảm độ bám chắc lớp mạ.

(3) Anốt là vàng tinh khiết 99,99%, nhưng dung dịch không có Na^+ , nồng độ vàng có xu hướng tăng cao. Cho nên phải thay thế một bộ phận anốt vàng thành anốt không hòa tan. Bạch kim là anốt không tan tốt nhất, cũng có thể sử dụng anốt là thép không gỉ.

(4) Khi dung dịch có Na^+ , dẫn đến thụ động hóa anốt, dung dịch có màu nâu. Vì vậy dung dịch mạ vàng xianua chỉ sử dụng KCN mà không dùng NaCN.

(5) Cho vào dung dịch mạ lượng thích hợp chất xianua coban, có thể nâng cao độ cứng 80%, nâng cao gấp đôi độ mài mòn.

III - MẠ VÀNG DUNG DỊCH TRUNG TÍNH VÀ AXIT

1. Đặc điểm công nghệ

Dung dịch mạ vàng axit và trung tính bao gồm $\text{KAu}(\text{CN})_2$, axit hữu cơ yếu (như $\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$) muối photphat, chất làm bóng. Cho thêm lượng rất nhỏ

coban, niken và đồng có thể tăng độ cứng lớp mạ, nâng cao độ mài mòn. Mạ vàng trung tính hiệu suất dòng điện 80 – 90%, độ tinh khiết lớp mạ cao, dùng để mạ những chi tiết bán dẫn. Mạ vàng axit do có chất axit hữu cơ yếu (như $H_3C_6H_5O_7$), khi $pH \approx 3$, $KAu(CN)_2$ vẫn rất ổn định, dung dịch mạ có thể dùng nồng độ ion vàng rất thấp. So với dung dịch kiềm, hiệu suất dòng điện dung dịch trung tính thấp, nhưng có thể khắc phục dùng cường dòng điện cao, cải thiện tốc độ kết tủa.

2. Chế độ công nghệ

Chế độ công nghệ xem bảng 18.2.

Bảng 18.2. Chế độ công nghệ mạ vàng axit và trung tính

Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3	4
Au (ở dạng $KAu(CN)_2$)	10	30	6–8	1–2
$H_3C_6H_5O_7$		18 – 20		0,8 – 2,5
$K_3C_6H_5O_7$		28 – 30		
$(NH_4)_3 C_6H_5O_7$	100			
$KSbOC_4H_4O_6 \frac{1}{2} H_2O$	0,05–0,3			
KCNS	70			
$K_2Ni(CN)_4$			2 – 4	
K_2HPO_4			25 – 30	
Chất làm bóng B ml/l				600
Độ Bome				12
pH	5,2–5,8	5,2–6	6,5–7,5	3,5–5
Nhiệt độ (°C)	30–40	60–65		40–60
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	0,2–0,5	0,3–0,5	0,2–0,4	0,5–1,2
Anốt	Au	Bạch kim, grafit Thép không gỉ	Thép không gỉ	Thép không gỉ 316S

3. Duy trì công nghệ

(1) Anốt thường dùng là anốt không hòa tan, như bạch kim, lưới mạ bạch kim, titan, nếu dùng thép không gỉ cần phải điện phân hoặc đánh bóng cơ khí, nếu không sẽ gây ăn mòn làm bẩn dung dịch. Thông thường không dùng thép không gỉ.

(2) Anốt là điện cực không hòa tan, nên định kỳ bổ sung vàng.

(3) Không chế tốt giá trị pH của dung dịch để được lớp mạ vàng độ bóng tốt. Giá trị pH dung dịch mạ vàng muối citric ảnh hưởng đến độ bóng lớp mạ xem bảng 18.3.

Bảng 18.3. Giá trị pH của dung dịch mạ vàng muối citric ảnh hưởng đến độ bóng lớp mạ

Giá trị pH	> 6	< 3,5	3,5 - 4,5	4,5 - 5,8
Màu sắc lớp mạ	Không bóng	Không bóng	Bóng có màu đỏ	Bóng, màu vàng kim

(4) Nâng cao nhiệt độ và mật độ dòng điện có thể nâng cao hiệu suất dòng điện, nhưng chú ý không để mật độ dòng điện cao quá, nếu không lớp mạ có màu đỏ, kết tinh thô. Ngược lại, nhiệt độ thấp, mật độ dòng điện nhỏ, màu sắc lớp mạ nhạt, thậm chí có màu đồng kẽm.

IV - MẠ VÀNG DUNG DỊCH MUỐI SUNFIT

1. Đặc điểm công nghệ

Trong dung dịch mạ vàng dung dịch muối sunfit, vàng ở dạng $\text{KAu}(\text{SO}_3)_2$, chất tạo phức là $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ hoặc Na_2SO_3 . Công nghệ mạ vàng muối sunfit là công nghệ mạ vàng không độc có giá trị thực tiễn và tương lai phát triển tốt. Khả năng phân bố của dung dịch rất tốt, hiệu suất kết tủa nhanh, lỗ xốp nhỏ. Lớp mạ bám chắc với kim loại niken, đồng, bạc v.v... Cho vào dung dịch CoSO_4 , EDTA, có thể thu được lớp mạ vàng cứng, nhưng anốt không hòa tan nên thường xuyên phải bổ sung vàng.

2. Chế độ công nghệ

Chế độ công nghệ xem bảng 18.4.

Bảng 18.4. Chế độ công nghệ mạ vàng muối sunfat

<div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg);"> Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ </div>	1	2	3	4
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$	150 - 250			
Au	5 - 25	25 - 35 (ở dạng AuCl_3)	10 - 15	8 - 15 (ở dạng HAuCl_4)
$\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$		120 - 150	140 - 180	150 - 180
$\text{K}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$	80 - 120		80 - 100	
$(\text{NH}_4)_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$		70 - 90		
EDTA		50 - 70	40	2 - 5

<div>Pha chế</div> <div>Hàm lượng (g/l)</div> <div>Thành phần và chế độ</div>	1	2	3	4
$\text{C}_6\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$		0,5–1	0,5–1	0,5–1
KCl			60–100	
K_2HPO_4				20–35
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$				0,1–0,2
pH	8,5–9,5	6,5–7,5	8–10	9,0–9,5
Nhiệt độ (°C)	45–65	thường	40–60	45–50
Khuấy	Di động catốt	Khuấy không khí		Di động catốt
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	0,1–0,8	0,2–0,3	0,3–0,5	0,1–0,4
Anốt	Au	Au	Au	Au

3. Pha chế dung dịch

Lấy pha chế 1 làm ví dụ.

(1) Hòa tan AuCl_3 đã tính toán vào trong nước cất có hàm lượng vàng 20 – 25%, sau đó dùng NaOH 50% trung hòa pH = 8 – 10. Phản ứng trung hòa có toả nhiệt, do đó trung hòa phải chậm, cần thiết phải giảm nhiệt độ (Nhiệt độ dưới 25°C). Trong quá trình trung hòa dung dịch có màu vàng trong suốt → màu đỏ da cam không trong suốt → màu đỏ da cam trong suốt (pH = 7 thì trong suốt) → màu rượu.

(2) Hòa tan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ trong nước cất 50 – 60°C.

(3) Vừa khuấy vừa cho dần dần (1) vào (2) được dung dịch màu vàng trong suốt, gia nhiệt 55 – 60°C, dung dịch biến thành dung dịch trong suốt không màu.

(4) Cho $\text{K}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ và làm loãng đến thể tích quy định, điều chỉnh pH = 8,5.

Nếu không có AuCl_3 hoặc $\text{Au}(\text{NH}_3)_3(\text{OH})_3$ có thể hòa tan vàng trong nước cường toan tạo thành AuCl_3 hoặc $\text{Au}(\text{NH}_3)_3(\text{OH})_3$. Chất $\text{Au}(\text{NH}_3)_3(\text{OH})_3$ có thể hòa tan trực tiếp trong dung dịch $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$.

4. Duy trì công nghệ

(1) Khống chế pH > 8. Đây là nhân tố cơ bản bảo đảm ổn định dung dịch mạ. Khi pH < 6,5 dung dịch mạ đục, lúc này cần điều chỉnh bằng dung dịch NH_4OH hoặc NaOH . Khi pH > 10, lớp mạ có màu nâu đen, phải điều chỉnh bằng axit citric.

(2) $\text{KC}_6\text{H}_5\text{O}_7$ là chất tạo phức phụ trợ, đồng thời là chất làm đậm, làm cho pH ổn định, nâng cao độ bám chắc giữa lớp nền niken với vàng.

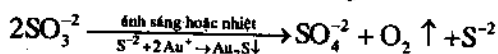
(3) Anốt dùng là vàng, bạch kim hoặc lưới bạch kim titan, không dùng thép không gỉ, bởi vì ion clo có thể làm cho crôm thành Cr^{+6} , làm bẩn dung dịch, dung dịch có màu vàng da cam. Diện tích anốt: Diện tích catốt = 1: 3 nếu không axit thụ động hóa, dung dịch không ổn định.

(4) Anốt không hòa tan, vì vậy hàm lượng vàng trong dung dịch không ngừng tiêu hao, cần thường xuyên bổ sung hàm lượng vàng.

(5) Để tránh bạc, đồng, niken v.v... tác dụng với nitơ trong dung dịch tạo nên ion phức làm bẩn dung dịch, khi mạ cần có điện thế vào bể, thanh đồng và móc treo có giá treo phải mạ lớp vàng, nếu không ảnh hưởng đến độ tinh khiết và độ cứng lớp mạ. Khi mạ quay phải dùng dòng điện xung gấp 3 – 5 lần dòng điện bình thường, thời gian một phút, sau đó hạ xuống dòng điện bình thường. Tốc độ quay của thùng là 20 vòng/phút.

(6) Di động catốt hoặc khuấy bằng không khí nén để đề phòng pH hạ xuống cục bộ, làm cho dung dịch không ổn định.

(7) Muối sunfit quá nhiệt phân hủy thành S^{-2} tác dụng với Au^{+} tạo thành Au_2S màu đen, phản ứng của chúng như sau:



Gia nhiệt bể mạ gián tiếp để tránh quá nhiệt cục bộ, dung dịch vẫn đục.

(8) Định kỳ phân tích hàm lượng vàng và SO_3^{-2} bổ sung kịp thời để làm ổn định dung dịch.

(9) Dung dịch mạ để lâu mất tác dụng, có thể cho HCl với lượng thích hợp, điều chỉnh pH = 3 – 4 có kết tủa bột vàng màu vàng. Lọc và rửa bằng nước cất sau đó sấy khô. Bột vàng thu hồi có thể điều chế thành $Au(NH_3)_3(OH)_3$ để tiếp tục sử dụng.

V – THU HỒI VÀNG

Phương pháp thu hồi vàng trong dung dịch nước thải:

1. Dung dịch chứa vàng cho vào thùng sứ, làm trong điều kiện có quạt hút, gia nhiệt bay hơi đến trạng thái bột nhão, cho 5 phần thể tích nước cất, vừa khuấy vừa cho HCl đến khi không sinh ra kết tủa thì dừng lại. Kết tủa bột màu đen của vàng ở dưới đáy thùng. Lấy kết tủa lúc đầu đun sôi với HCl, sau đó đun sôi với HNO_3 , rửa sấy khô. Nung kết tủa ở nhiệt độ 700 – 800°C, thời gian 30 phút.

2. Trong điều kiện có quạt hút, dùng HCl để điều chỉnh pH của dung dịch pH = 1, gia nhiệt 70 – 80°C, vừa khuấy, vừa cho bột kẽm vào, đến khi dung dịch có màu vàng trắng bám trong suốt, nhiều bột vàng kết tủa xuống dưới. Trong quá trình làm, phải luôn đảm bảo pH = 1, sau đó xử lý theo bước (1).

PHẦN THỨ TƯ

MẠ HỢP KIM

(Phần nghiên cứu thêm)

Chương 19

MẠ GIẢ VÀNG

I – KHÁI NIỆM

Mạ giả vàng được áp dụng rộng rãi là phương pháp mạ hợp kim đồng. Trong đó bao gồm mạ hợp kim đồng kẽm, hợp kim đồng thiếc hoặc hợp kim đồng, kẽm, thiếc. Hiện nay có một số nơi thử nghiệm mạ hợp kim – niken. Mạ giả vàng yêu cầu lớp mạ nền bóng, dung dịch mạ giả vàng không cho chất làm bóng.

Lớp mạ giả vàng trang sức rất mỏng, thông thường 1 – 2 μm . Chỉ yêu cầu trên bề mặt mạ một lớp mỏng màu vàng kim loại. Độ bền chống gỉ của lớp mạ hợp kim đồng mỏng này rất kém, vì thế độ bền chống gỉ của lớp mạ dựa chủ yếu vào lớp mạ nền. Mạ lớp đồng dày làm nền, sau đó mạ lớp giả vàng để sinh đỏ. Trong sản xuất thường mạ bóng niken là lớp nền giả vàng, lớp mạ bóng có độ cứng thì lớp mạ giả vàng trên bề mặt khó ó hòa. Cũng có thể sử dụng lớp nền là lớp mạ bóng đồng, bóng niken hoặc mạ hợp kim đồng thiếc mạ niken bóng.

Lớp mạ giả vàng dễ biến màu, nên ngoài phương pháp thụ động hóa người ta còn sơn lên bề mặt màng hữu cơ trong suốt. Một số sản phẩm cao cấp, thường phải mạ một lớp vàng mỏng trên lớp mạ giả vàng, bởi vì lớp mạ vàng có tính ổn định cao, khó biến màu, đẹp nhưng giá thành cao.

II – MẠ GIẢ VÀNG XIANUA

1. Đặc điểm công nghệ

Lớp mạ hợp kim đồng, kẽm dung dịch xianua có 60% – 80% đồng, 15 – 40% kẽm. lớp mạ có màu vàng kim loại. Ngoài mục đích mạ trang sức, trong công nghiệp còn dùng làm lớp mạ trung gian gắn cao su với sắt thép.

Mạ hợp kim đồng thiếc xianua lớp mạ có 60 – 85% đồng, 40 – 15% thiếc, lớp mạ cũng có màu vàng kim loại.

Mạ hợp kim có 3 nguyên tố hoặc trên 3 nguyên tố trong đó đồng là chủ yếu, dung dịch xianua cũng được lớp mạ giả vàng có màu. Thí dụ: màu đồng vàng, màu vàng "80K" v.v... Ngoài nguyên tố kẽm, thiếc, còn cho thêm một số nguyên tố như niken, coban v.v... làm cho lớp mạ giả vàng càng đẹp.

Công nghệ mạ giả vàng dung dịch xianua có rất nhiều loại, đặc điểm của nó là tính ổn định cao, dễ khống chế, lớp mạ bóng đẹp, khả năng phân bố tốt, khuyết điểm là dung dịch độc.

2. Chế độ công nghệ

Chế độ công nghệ xem bảng 19.1.

Bảng 19.1. Chế độ công nghệ mạ giả vàng xianua

Loại hợp kim	Dung dịch		Chế độ công nghệ		Nguyên liệu anốt	Bị chú
	Thành phần	Hàm lượng (g/l)	Nhiệt độ (°C)	Mật độ dòng điện (A/dm²)		
Hợp kim đồng kẽm	CuCN	40	15-30	0,5-1	Cu (62-70%) Zn (38-30%)	pH = 8,5-9,5
	ZnO	6				
	NaCN (tự do)	20				
	Na ₂ CO ₃	30				
	NH ₄ OH (28%)	0,5-1 ml/l				
	NH ₄ F	2-5				
	CuCN	20	25-30	0,9-0,7		
	ZnO	7				
	NaCN (tự do)	12				
	Na ₂ CO ₃	40-45				
KNaC ₄ H ₄ O ₆ 4H ₂ O	20-30					
Hợp kim đồng thiếc	CuCN	14-22	47-52	1,5-2	Cu (60-85%) Sn (40 - 15%)	
	Na ₂ SnO ₃ 3H ₂ O	35-45				
	NaCN (tự do)	12-15				
	NaOH	14-18				
Hợp kim đồng kẽm thiếc	CuCN	25-30	40-45	5-6	Cu:Zn = 4 ~ 5:1	
	ZnO	7-9				
	NaCN	60-70				
	Na ₂ SnO ₃ 3H ₂ O	5-7				
	Na ₂ CO ₃	25-30				
Hợp kim Cu-Sn	CuCN	15-18	20-40	0,5-1		
	Zn(CN) ₂	7-9				
	Na ₂ SnO ₃ 3H ₂ O	4-6				
	KNaC ₄ H ₄ O ₆ 4H ₂ O	30-35				
	NaCN (tự do)	5-8				
	NaOH	4-6				
	Na ₂ CO ₃	8-12				
	H ₃ C ₆ H ₅ O ₇ H ₂ O	1-6				
Muối chl	0,01-0,2					
Hợp kim Cu - Sn - In - Zn	CuCN	35	30-40	3		
	Na ₂ SnO ₃ 3H ₂ O	15				
	Zn(CN) ₂	7				
	KCN	45				
	In ₂ (SO ₄) ₃	3				
Hợp kim Cu-Sn Zn-Ni	CuCN	30	20-30	3		
	Na ₂ SnO ₃ 3H ₂ O	15				
	R NH SO ₃ Na	10				
	(R.NHSO ₃) ₂ In	6				
	KN(CN) ₂	5				
	Muối tatarat	20				

3. Duy trì công nghệ (lấy thí dụ đối với hợp kim đồng kẽm)

(1) Tỷ lệ hàm lượng đồng kẽm trong dung dịch không ảnh hưởng rõ rệt tới màu sắc và thành phần lớp mạ. Màu sắc và thành phần lớp mạ hợp kim được khống chế bởi tỷ lệ hàm lượng kẽm với hàm lượng xianua trong dung dịch. Khi tỷ số natri xianua đối với kẽm thấp, hàm lượng Zn cao, nếu tỷ số natri xianua với kẽm cao, hàm lượng Cu cao.

(2) Nồng độ đồng trong dung dịch có thể thay đổi trong phạm vi rộng, hàm lượng đồng trong dung dịch là nhân tố quan trọng quyết định hiệu suất dòng điện.

(3) Hàm lượng NaCN tự do, ảnh hưởng lớn tới thành phần lớp mạ, khi nồng độ NaCN tự do cao, hàm lượng đồng trong lớp mạ giảm đi, làm giảm hiệu suất dòng điện. Khi hàm lượng NaCN tự do giảm, anốt thụ động hóa, lớp mạ thô, màu sắc không đồng đều.

(4) Nhiệt độ ảnh hưởng rõ rệt tới thành phần và màu sắc lớp mạ. Khi nhiệt độ cao, hàm lượng đồng trong lớp mạ tăng. Vì vậy khi mạ hợp kim đồng thiếc cần khống chế tốt nhiệt độ.

(5) Tác dụng chủ yếu của NH_4OH là mở rộng phạm vi mật độ dòng điện catốt. Khi có lượng nhất định NH_4OH , mật độ dòng điện có thể thay đổi trong phạm vi rộng mà vẫn được lớp mạ có màu vàng kim loại đẹp. Tác dụng của NH_4OH không chế sự phân hủy hợp chất xianua, nâng cao hàm lượng của nó, giảm thấp hàm lượng đồng trong lớp mạ.

(6) Lượng muối cacbonat thích hợp nâng cao độ dẫn điện, và khả năng phân bố. Trong sản xuất, do sự phân hủy NaCN hấp phụ CO_2 trong không khí, cho nên muối cacbonat dần dần tăng lên. Nếu hàm lượng muối cacbonat cao quá làm giảm hiệu suất dòng điện. Vì vậy, khi hàm lượng muối cacbonat nhiều, dùng phương pháp làm lạnh để kết tinh tách ra.

III - LỚP MẠ GIÀ VÀNG MUỐI PIROPHOT PHAT

1. Đặc điểm công nghệ

Đặc điểm giả vàng pirophốt phát là không có hợp chất xianua hoặc có rất ít. Khuyết điểm là thành phần phức tạp, khó khống chế, khả năng phân bố chưa tốt. Chỉ áp dụng mạ những chi tiết hình dáng đơn giản.

2. Chế độ công nghệ

Chế độ công nghệ xem bảng 19.2.

Bảng 19.2. Chế độ công nghệ mạ giả vàng muối pirophotphat

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3	4	5
Cu (ở dạng CuSO_4 hoặc $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$)	14-16	4-5	4-4,5		
$\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$				10	42-48
Zn (ở dạng ZnSO_4)	4-5	5-6	2-3,5		
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$				30	
Sn (ở dạng SnCl_2)	1,5-2,5	0,8-1,5			
$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$					230-250
$\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	300-320	230-250	80-130	120	30-40
$\text{N}(\text{CH}_3\text{COOH})_3$	25-35	25-35			
$\text{NaKC}_8\text{H}_4\text{O}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$		20-30	20-30	40	
Na_2HPO_4					20-30
$\text{K}_2\text{C}_8\text{H}_4\text{O}_7$	15-20				
$\text{Na}_2\text{C}_8\text{H}_4\text{O}_7$					1-2
KOH	15-20				
NH_4OH (28%)		5-10ml/l	8-10ml/l		

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3	4	5
NaCN (tự do)		8-12	1,5-2,5	2	
pH	8,5-8,8	9-11	10-11		8,5-8,7
Nhiệt độ (°C)	30-35	40-50	20-25	thường	25-35
Anốt	Cu/Zn-70/30	H ₈₀			
Tỷ lệ catốt/anốt	1:2-3	1:1-2			

3. Pha chế dung dịch (lấy thí dụ pha chế 1)

(1) Hòa tan $K_4P_2O_7$ đã tính toán trong nước cất có thể tích 1/2 bể mạ. Nhiệt độ không cao quá 40°C. Hòa tan 3 loại Cu^{+2} , Zn^{+2} , Sn^{+2} với lượng $K_4P_2O_7$ đủ kết hợp vào trong ba thùng riêng.

(2) Hòa tan riêng biệt $CuSO_4$, $ZnSO_4$ và $SnCl_2$

a) Hòa tan $CuSO_4$ với một ít nước cất vừa khuấy vừa cho dần dần $CuSO_4$ vào trong dung dịch $K_4P_2O_7$, tạo thành $Cu_2P_2O_7$ kết tủa. Tiếp tục cho $K_4P_2O_7$ kết tủa dần dần hòa tan tạo chất dung dịch hợp chất phức màu xanh 1 gam Cu^{+2} cần 10,4 gam $K_4P_2O_7$ để tạo phức, $K_4P_2O_7$ vượt quá lượng tạo phức ở trạng thái tự do.

b) Hòa tan $ZnSO_4$ trong nước nóng theo phương pháp a) làm cho kẽm tạo phức với $K_4P_2O_7$, 1 gam Zn^{+2} cần 10g $K_4P_2O_7$ để tạo phức.

c) Cho HCl đặc vào trong một ít nước cất (cứ 100g $SnCl_2$ cho 1,5 ml HCl) sau đó hòa tan $SnCl_2$ vào trong dung dịch này, vừa khuấy vừa cho dần dần dung dịch $K_4P_2O_7$ vào để tạo phức $K_4P_2O_7$ với Sn^{+2} , 1 gam Sn^{+2} cần 5,6 g $K_4P_2O_7$ để tạo phức.

(3) Vừa khuấy vừa cho dung dịch tạo phức đồng và kẽm vừa pha cho vào thùng mạ, khuấy đều (chú ý dung dịch phức chất Sn^{+2} không cho vào).

(4) Hòa tan Na_2HPO_4 và $K_3C_6H_5O_7$ trong nước cất, cho vào thùng mạ.

(5) Cho ít nước vào trong $N(CH_2COOH)_3$ khuấy thành dạng hồ, sau đó vừa khuấy vừa cho dung dịch KOH đã tính toán vào, đến khi dung dịch đó màu trong suốt. Điều chỉnh pH bằng KOH hoặc H_3PO_4 để pH = 8,5 - 9.

(6) Vừa khuấy vừa cho $N(CH_2COOH)_3$ đã hòa tan vào bể mạ. Tiếp tục điều chỉnh pH = 8,5 - 8,8. Điện phân với mật độ dòng điện thấp 6 - 8 giờ, mạ thử.

(7) Trên cơ sở mạ hợp kim đồng thếc, cho $Sn_2P_2O_7$ đã hòa tan vào bể. Khuấy đều tiến hành phân tích sau khi đạt tiêu chuẩn mới mạ chính thức.

4. Duy trì công nghệ (lấy thí dụ pha chế 1)

(1) Để được lớp mạ giả vàng lý tưởng, phải đảm bảo dung dịch ổn định cần chú ý tỷ lệ pha chế Cu^{+2} , Zn^{+2} , Sn^{+2} với $P_2O_7^{4-}$:

$$\text{Tỷ lệ: } Cu^{+2}/Zn^{+2} = 75 - 80/25 - 20$$

$$Cu^{+2}/Sn^{+2} = 8 - 8,5/1$$

$$P_2O_7^{4-}/Cu^{+2} + Zn^{+2} + Sn^{+2} = 7 - 7,5/1$$

(2) Khi nhiệt độ không đổi, mật độ dòng điện là nhân tố quan trọng ảnh hưởng đến độ bóng lớp mạ, nếu cần màu vàng ta có thể tăng dòng điện có thể đạt được.

(3) Giá trị pH ảnh hưởng tính ổn định thành phần lớp mạ và chất lượng lớp mạ, đồng thời ảnh hưởng tính ổn định muối pyrophosphat. Vì vậy phải khống chế pH = 8,5 - 8,8. Khi pH < 8,5, đồng dễ tách ra, khả năng phân bố thấp hàm lượng Sn trong lớp mạ giảm, lớp mạ màu đỏ,

đồng thời muối pirophot phát không ổn định. Khi $\text{pH} < 8$ muối pirophot phát thủy phân thành muối photphat, làm đục dung dịch anốt thụ động. Khi pH cao, thiếc dễ tách ra, lớp mạ có màu vàng, đồng thời nâng cao khả năng phân bố. Khi $\text{pH} > 8,8$ dễ tạo thành muối kiềm, đồng lẫn vào lớp mạ, lớp mạ kết tinh thô, màu đỏ, tối, hiệu suất dòng điện giảm. Dung dịch có màu vàng tối vẫn đục, anốt thụ động hóa, đồng thời sinh ra rất nhiều bột đồng. Nếu có sự cố này cần xử lý bằng H_2O_2 làm cho dung dịch khôi phục màu xanh da trời trong suốt. Nhưng cho H_2O_2 làm cho Sn^{+2} thành Sn^{+4} làm mất tỷ lệ Cu^{+2} , Zn^{+2} , Sn^{+2} . Vì thế sau khi xử lý bằng H_2O_2 , cần phải gia nhiệt trên 60°C , loại bỏ H_2O_2 dư thừa. Căn cứ kết quả phân tích, bổ sung $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{O}_7$.

(4) Không chế nhiệt độ trong khoảng $30 - 35^\circ\text{C}$. Nếu nhiệt độ quá thấp, phạm vi sử dụng mật độ dòng điện nhỏ, lớp mạ không bóng, màu đỏ, nhiệt độ quá cao (trên 40°C), Sn^{+2} thủy phân, oxy hóa thành Sn^{+4} , làm giảm hàm lượng Sn trong lớp mạ. Đồng thời làm tiêu hao muối photphat.

(5) Sự hòa tan anốt ảnh hưởng quan trọng đến sự ổn định công nghệ mạ. Nếu muối pirophot phát quá lượng (khoảng 70 g/l) làm cho anốt hòa tan tốt. Đồng thời cho muối citric cũng có tác dụng làm cho anốt hòa tan.

(6) Bổ sung 3 loại ion kim loại Cu, Sn, Zn căn cứ vào kết quả phân tích, mỗi tuần phân tích 1 - 2 lần. Khi bổ sung ion kim loại cần phải tạo phức chelat với $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$, sau đó mới cho vào.

(7) Bổ sung $\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_3$ theo thực tế sản xuất. Mỗi tuần bổ sung 1,5 - 2 g/l. Nếu anốt thụ động, sinh ra bột đồng, có thể bổ sung 0,5 - 1 g/l. Bổ sung $\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_3$ cần hòa tan bằng KOH, sau khi điều chỉnh $\text{pH} = 8,5 - 8,8$, mới cho vào bể.

IV - NHỮNG ĐIỀU CHÚ Ý TRONG CÔNG NGHỆ MẠ GIÀ VÀNG

1. Quá trình công nghệ

Đồng thay thế mạ vàng mạ trang sức, khó khăn lớn nhất là lớp mạ hợp kim đồng dễ biến màu, sau khi mạ xong phủ lên một lớp sơn trong suốt cũng khó giải quyết vấn đề này. Nguyên nhân biến màu lớp mạ hợp kim đồng có quan hệ tới nhiều yếu tố (như xử lý bề mặt, rửa, sấy khô, lắp nền và các loại dung dịch mạ v.v...), vì vậy mỗi quá trình công nghệ phải làm tỷ mỉ.

(1) Những chi tiết mạ giả vàng cần phải đánh bóng cơ khí, sau đó tẩy dầu hóa học 2 - 3 lần, sau đó tẩy dầu điện phân, rửa nước, tẩy nhẹ H_2SO_4 5 - 10% rửa nước mạ đồng lót.

(2) Nếu lớp mạ lót là lớp mạ niken bóng, sau khi mạ niken cần hoạt hóa.

Phương pháp hoạt hóa: Tẩy dầu catốt trong thùng tẩy dầu điện phân 3 - 5 phút. Sau đó rửa nước, tẩy bằng H_2SO_4 5%, sau đó rửa nước 3 - 6 phút.

Làm những bước trên bởi vì để tránh quá trình mạ niken, chất làm bóng và các sản phẩm phân hủy kết tủa tạo thành lớp mạ niken đồng.

Xử lý không tốt, lớp mạ giả vàng xuất hiện màu trắng hoặc màu hỗn tạp, có thể trên lớp mạ niken có những điểm chưa được mạ.

Nếu có chất hoạt động bề mặt trong bể mạ niken bóng, lớp mạ bóng cũng dễ thụ động hóa, cho nên phải tiến hành hoạt hóa.

(3) Công nghệ mạ giả vàng, rửa là khâu quan trọng bởi vì lớp màng mỏng hợp kim đồng bóng rất hoạt động, có khi có tạp chất trong khi rửa hoặc bề mặt ẩm ướt, trong mấy giây đầu có khả năng bị oxy hóa. Vì thế khâu rửa đầu tiên cần phải rửa nước nóng, sau đó rửa mấy lần bằng nước chảy lưu động.

2. Yêu cầu đối với anốt

Anốt dùng trong mạ giả vàng dùng anốt cán thành phần của nó giống như hoặc gắn với thành phần lớp mạ, nếu không dung dịch không ổn định. Trước khi sử dụng cần phải ủ ở nhiệt độ $650 \pm 10^\circ\text{C}$ thời gian 1 – 2 giờ và tẩy trong HNO_3 5%, rửa bằng chổi kim loại.

V – XỬ LÝ SAU KHI MẠ

1. Thụ động hóa

Thụ động hóa chống sự biến màu lớp mạ, đồng thời còn có thể trung hòa kiềm dư dính vào chi tiết. Công nghệ thụ động xem bảng 19.3.

Bảng 19.3. Chế độ công nghệ thụ động hóa giả vàng

Ký hiệu	Pha chế dung dịch		Chế độ công nghệ	
	Thành phần	Hàm lượng (g/l)	Nhiệt độ ($^\circ\text{C}$)	Thời gian (phút)
1	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (dung CH_3COOH điều chỉnh pH = 3 – 4)	50	Dưới 10	30
			10 – 20	20
			20 – 30	15
2	CrO_3	2–5	thường	5–15 giây
	HNO_3 (1,42)	1 (ml/l)		
	ZnO	0,8		
	Chất hoạt động bề mặt	0,2 (ml/l)		
3	$\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_3$ (hòa tan trong $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)	15	thường	2
			50–80	(2–3)

2. Phủ lớp màng hữu cơ

Để chống sự biến màu lớp mạ giả vàng, sau khi thụ động hóa cần phải phủ lớp màng hữu cơ trong suốt.

Lớp màng bảo vệ lớp mạ giả vàng có nhiều loại, như các loại sơn acrylat, epoxy và các sơn hữu cơ khác. Phương pháp phủ lớp màng có thể nhúng, phun (bao gồm sơn tĩnh điện), Trong đó phun tĩnh điện tốt nhất. Sơn trong suốt hữu cơ phủ lớp mạ giả vàng xem bảng 19.4.

Bảng 19.4. Sơn trong suốt hữu cơ phủ lớp mạ giả vàng chống biến màu

Ký hiệu	Tên	Nhiệt độ đông rắn (hoặc nhiệt độ sấy)	Đặc tính
1	Sơn acrylat trong suốt (B01–5 và 105)		
2	Sơn acrylat biến tính (302)	25 (4 giờ) 105 (1 giờ)	Độ cứng cao, chịu mài mòn, màng bóng
3	Sơn sấy epoxy – ankyl H01–5		
4	Sơn acrylat hòa tan trong nước		
5	Sơn hữu cơ 81	120	
6	Sơn hữu cơ silic trong suốt GTS – 105		

Chương 20

MẠ HỢP KIM KẼM

I – KHÁI NIỆM

Do sự phát triển của khoa học kỹ thuật, các chi tiết tàu thủy, máy móc cơ khí, điện tử, ôtô v.v... yêu cầu chống gỉ ngày càng cao. Đặc biệt trong điều kiện môi trường khắc nghiệt, lớp mạ kẽm trên sắt thép không thỏa mãn yêu cầu chống gỉ. Tuy nhiên Cacđimi là lớp mạ có tính chống gỉ tốt nhưng dung dịch Cacđimi rất độc, gây ô nhiễm môi trường. Vì vậy lớp mạ hợp kim trên cơ sở kẽm như Zn – Ni, Zn – Co, Zn – Fe, Zn – Ti v.v... được nghiên cứu và phát triển rộng rãi, đặc biệt lớp mạ hợp kim kẽm niken được áp dụng trong công nghiệp ôtô. Độ bền chống gỉ của nó quan hệ rất lớn đến thành phần hợp kim. Hợp kim Zn – Ni có hàm lượng Ni 10 – 15% được độ bền chống gỉ tốt nhất, dễ thụ động hóa. Lớp mạ hợp kim Zn – Fe có hàm lượng Fe nhỏ hơn 1% được coi trọng, độ bền chống gỉ của lớp mạ hợp kim Zn – Ti có hàm lượng Ti 0,22% gần với lớp mạ Cacđimi, khi hàm lượng Ti tăng lên độ bền chống gỉ tăng lên.

Ngoài ra, lớp mạ hợp kim Zn – Cu, Zn – Fe – Ni Zn – Fe là lớp mạ nền hoặc lớp mạ trung gian của lớp mạ trang sức.

II – CHẾ ĐỘ CÔNG NGHỆ

Chế độ công nghệ xem bảng 20.1.

Bảng 20.1. Chế độ công nghệ mạ hợp kim kẽm

Loại hợp kim	Tính chất dung dịch	Thành phần và hàm lượng		Chế độ công nghệ				
		Thành phần	Hàm lượng (g/l)	pH	Nhiệt độ (°C)	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	Anốt	Bị chú
Hợp kim kẽm niken	Tính axit	ZnCl ₂	80–100	4,5			Anốt Zn và Ni S _{Zn} : S _{Ni} = 9:1 Bao Anốt	Di động catốt Ni 8 – 15%
		NiCl ₂ 6H ₂ O	80–100	–5,5	10–40	1–3		
		NH ₄ Cl	220–250					
		CH ₃ COOH	35–100ml					
		Chất làm bóng Zn–1	10–20ml					
Hợp kim kẽm Niken		Chất làm bóng Zn–2	10–20ml					
		C ₁₂ H ₂₅ SO ₃ Na	–0,08					
	Tính kiềm	NaOH	100–130		15	0,1–0,6	Phối hợp Anốt Ni và Zn	
		ZnO	9–11		–35			
		NiSO ₄ 6H ₂ O	4–9					
		NK C ₄ H ₄ O ₆	10–30					
		C ₁₂ H ₂₅ N ₃	6–12					
		C ₆ H ₅ O ₂	0,2–0,4ml					
		Chất làm bóng ZnA5	4–6ml					
	Hợp chất xianua	Zn ⁺² (hợp chất xianua)	32		20–25	1–3		Lớp mạ có 2% Ni
		Ni ⁺² (hợp chất xianua)	0,15–0,78					
		NaCN (tổng)	75–100					
		NaOH (tổng)	70					

Loại hợp kim	Tính chất dung dịch	Thành phần và hàm lượng		Chế độ công nghệ				
		Thành phần	Hàm lượng (g/l)	pH	Nhiệt độ (°C)	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	Anốt	Bị chú
Hợp kim kẽm sắt	Tính kiềm	$\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ Chất phụ gia	110 260 24 39 40ml	5,2 -5,5	38	0,1-2,5		Lớp mạ có 10% Ni
	Tính axit	ZnCl_2 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ KCl $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_6$ $\text{CH}_3\text{N}_2\text{S}$	80-100 8-12 220-230 1-1,5 0,5-1	3,5-5,5	thường	1-2,5	Tắm kẽm với sắt 8-12:1	Lớp mạ có Fe 0,5-1%
Hợp kim kẽm Coban	Tính kiềm	$\text{HO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$ (phân tử lượng trên 6000) Chất phụ gia ZF	1-1,5 8-10ml					
	Tính axit	ZnO NaOH $\text{CoSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ Chất ổn định 2C Chất phụ gia 2CA	8-14 80-140 1,5-3 5-7 6-10ml		10-40	1-4	Kẽm	
Hợp kim kẽm niken sắt	Tính kiềm yếu	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ $\text{KNaC}_2\text{H}_3\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2$	70-80 19-24 2-3,5 250-300 20-30 50-60 0,4-0,6	8,2-8,8	32-38	0,6-0,8		Lớp mạ có Zn85% Ni 10% Fe 5% lớp mạ lót trước khi mạ crom
	Tính kiềm	$\text{Zn}(\text{CN})_2$ CuCN NaCN NaOH (tự do) Na_2CO_3	32-36 4-5 85-90 16-18 50		28-34	0,7-1,2	Hợp kim Cu15-2%	Lớp mạ có Cu25% Lớp mạ lót thay thế lớp mạ niken dùng cho lớp mạ trang sức

III – PHA CHẾ DUNG DỊCH

1. Hợp kim Zn – Ni (dung dịch axit)

- (1) Tính toán các hóa chất ZnCl_2 và NH_4Cl , hòa tan trong 1/3 thể tích, sau đó CH_3COOH .
- (2) trong thùng khác, cho 1/3 thể tích nước nóng hòa tan $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
- (3) Hỗn hợp hai loại dung dịch trên cho $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4\text{Na}$ điều chỉnh pH, cho nước đến mức quy định.

2. Hợp kim Zn – Fe (dung dịch axit)

- (1) Tính toán các hóa chất ZnCl_2 và KCl hòa tan trong 2/3 thể tích, cho 1 g/l bột kẽm, 1 – 2 g/l than hoạt tính, sau khi xử lý lọc cho vào bể; dùng HCl 5% điều chỉnh pH = 3,5 – 4 (nếu không cho muối sắt vào, pH nâng cao có màu tím).
- (2) Hòa tan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ và $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ trong hai thùng riêng biệt nước nóng, sau đó hỗn hợp hai loại, dung dịch trong cho vào bể mạ.
- (3) Hòa tan poliglicola và thiouré trong hai thùng riêng biệt nước nóng, vừa khuấy vừa cho vào bể.
- (4) Cho các chất phụ gia khác sau khi làm loãng, cho nước cất đến thể tích quy định, điện phân 2 giờ, mạ thử.

3. Hợp kim Zn – Co (dung dịch axit)

- (1) Cho nước nóng vào 2/3 thể tích bể, cho KCl và ZnCl_2 vào, khuấy đều hòa tan.
- (2) Hòa tan CoCl_2 trong nước nóng, hòa tan H_3BO_3 trong nước sôi cho vào bể, cho nước đến mức quy định.
- (3) Cho 1 – 2ml H_2O_2 , khuấy 30 phút tạp chất Fe^{+2} chuyển thành Fe^{+3} kết tủa, cho 1 – 2 g/l bột kẽm, khuấy đều 1 – 2 giờ, lọc bỏ tạp chất có hại.
- (4) Cho chất làm bóng, khuấy đều, điều chỉnh pH đến phạm vi quy định (dùng HCl hoặc OH điều chỉnh), mạ thử.

4. Hợp kim Zn – Ni – Fe

- (1) Hòa tan $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ và Na_2HPO_4 trong 1/2 thể tích nước nóng, khuấy đều, hòa tan hoàn toàn.
- (2) Sau khi hòa tan ZnSO_4 và NiSO_4 trong nước nóng ở hai thùng riêng biệt, vừa khuấy vừa cho vào bể mạ.
- (3) Hòa tan FeSO_4 và $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ trong nước nóng ở hai thùng riêng biệt, hỗn hợp hai loại trên, khuấy mạnh, sau khi điều chỉnh pH = 9 cho vào bể mạ.
- (4) Hòa tan 1 – 4 Butidiol trong nước nóng cho vào bể mạ, cho nước đến mức quy định, điều chỉnh pH mạ thử.

5. Hợp kim Zn – Cu

- (1) Hòa tan $\text{Zn}(\text{CN})_2$ trong dung dịch NaCN với lượng NaCN bằng 4/5 lượng tính toán, sau đó cho vào bể mạ.
- (2) Hòa tan NaOH , Na_2CO_3 trong nước, cho vào bể mạ.
- (3) Hòa tan CuCN trong dung dịch NaCN với lượng NaCN bằng 1/5 lượng tính toán, cho vào bể mạ cho nước đến mức quy định. Điện phân vài giờ, lọc dung dịch, mạ thử.

IV – XỬ LÝ SAU KHI MẠ

1. Hợp kim Zn – Ni

(1) Thụ động dung dịch thấp Cr^{+6} : 2,5 g/l nhiệt độ $40 - 70^{\circ}\text{C}$, thời gian 20 – 40 giây.

(2) thụ động dung dịch trung bình: Cr^{+6} 17,5 g/l nhiệt độ $30 - 70^{\circ}\text{C}$, thời gian 5 – 20 giây.

Mạ hợp kim Zn – Ni, rửa nước sạch, có thể trực tiếp thụ động.

2. Hợp kim Zn – Fe

(1) *Tẩy bóng*: dung dịch HNO_3 1– 3 ml/l, nếu hàm lượng cao hòa tan lớp mạ nhiều, để vàng, mờ, nếu hàm lượng thấp, lớp mạ không bóng.

(2) *Thụ động hóa*: Thụ động hóa giống như dung dịch mạ kẽm có các màu cầu vồng, trắng, đen vv... đặc biệt là màu đen tốt nhất. Lớp mạ có thể thụ động trong dung dịch crôm, bề mặt thô thụ động hóa trắng dung dịch crôm thấp, không để màu cầu vồng.

3. Hợp kim Zn – Co (dung dịch axit)

(1) *Tẩy màng*: Dung dịch NaOH hoặc Na_2CO_3 5% nhiệt độ 50°C , thời gian 0,5 – 1 phút.

(2) *Tẩy bóng*: HNO_3 20 – 40 ml/l, HCl 6 – 10 ml/l, thời gian 2 – 5 giây.

(3) *Thụ động màu xanh*: Chất thụ động BP – 1 1 phần, nước: 5 phần, cho HNO_3 2,4 ml/l, khuấy đều, nhiệt độ thường, thời gian 20 – 60 giây.

(4) *Bột lỏ*: CrO_3 0,05 – 0,1 g/l, nhiệt độ: $50 - 80^{\circ}\text{C}$, thời gian 0,5 – 1 phút.

PHẦN THỨ NĂM

OXY HÓA, PHÓT PHÁT HÓA VÀ NHUỘM MÀU KIM LOẠI

(Phần nghiên cứu thêm)

Chương 21

OXY HÓA NHÔM VÀ HỢP KIM NHÔM

I - KHÁI NIỆM

Nhôm và hợp kim nhôm dễ tạo thành màng oxy rất mỏng (độ dày 0,01 – 0,02 μm), trong không khí có độ bền chống gỉ nhất định. Nhưng lớp màng oxy hóa này không tinh thể, làm cho bề mặt nhôm mất đi độ bóng vốn có. Ngoài ra màng oxy hóa rời, có nhiều lỗ, không đồng đều, độ bền chống gỉ chưa tốt, dễ nhiễm bẩn. Vì thế các sản phẩm nhôm và hợp kim nhôm thường phải tiến hành oxy hóa.

Oxy hóa nhôm và hợp kim nhôm phân làm hai loại, oxy hóa hóa học và oxy hóa điện hóa. Cấu tạo và tính năng màng oxy hóa thay đổi do dung dịch và điều kiện oxy hóa.

Công nghệ này được áp dụng rộng rãi trong các ngành hàng không, điện tử, công nghệ chế tạo máy và công nghiệp nhẹ. Trong xây dựng kiến trúc sử dụng rộng rãi vật liệu oxy hóa nhôm và hợp kim nhôm.

II - OXY HÓA HỌC

1. Đặc điểm công nghệ

Oxy hóa hóa học được lớp màng oxy hóa mỏng (độ dày 0,5 – 4 μm), nhiều lỗ, khả năng hấp phụ tốt mềm không chịu mài mòn, độ bền chống gỉ thấp hơn màng oxy hóa điện hóa. Vì vậy ngoài công dụng đặc biệt nó không có tác dụng bảo vệ, thông thường chỉ làm lớp lót cho sơn.

Thiết bị oxy hóa hóa học đơn giản, thao tác thuận lợi, năng suất cao, giá thành thấp, phạm vi sử dụng rộng rãi. Những chi tiết có kích thước lớn hoặc tổ hợp chi tiết, chi tiết rất nhỏ không dùng phương pháp oxy hóa điện hóa được mà thường sử dụng phương pháp oxy hóa hóa học (thí dụ: ống dài, nút bấm v.v...).

Oxy hóa hóa học phân làm hai loại dung dịch: dung dịch kiềm và axit.

2. Chế độ công nghệ

Chế độ công nghệ xem bảng 21.1.

Bảng 21.1. Chế độ công nghệ oxy hóa hóa học nhôm và hợp kim nhôm

STT	Thành phần và hàm lượng		Điều kiện công nghệ		Ghi chú
	Thành phần	Hàm lượng (g/l)	Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	Thời gian (phút)	
1	H_3PO_4	50–60	30–36	3–6	Màng có màu xanh trời hoặc không có màu. Độ dày 3–4 μm , kín khít chống gỉ cao, kích thước không đổi, dùng cho nhôm và hợp kim nhôm
	CrO_3	20–25			
	NH_4HF_2	3–3,5			
	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	2–2,5			
	H_3BO_3	1–1,2			

STT	Thành phần và hàm lượng		Điều kiện công nghệ		Ghi chú
	Thành phần	Hàm lượng (g/l)	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (phút)	
2	H ₃ PO ₄	45	15-35	10-15	Độ dày mỏng, chống gỉ cao. Sau khi oxy hóa không cần bịt lỗ, dùng cho nhôm và nhôm hợp kim
	CrO ₃	6			
	NaF	3			
3	CrO ₃	4	30-35	25-30	Độ dày mỏng, dẫn điện tốt, dùng cho nhôm dẫn điện
	NaF	1			
	K ₂ Fe(CN) ₆	0,5			
4	Na ₂ CO ₃	50	80-100	10-20	Màu vàng kim loại, độ dày 0,5 - 1μm, màng mềm thô, chống gỉ thấp dùng cho nhôm và nhôm hợp kim
	Na ₂ CrO ₄	15			
	NaOH	2-2,5			

3. Pha chế dung dịch.

Tính toán lượng các hóa chất cần dùng, hòa tan riêng biệt từng phần, sau đó cho vào bể. Cho nước đến mức quy định, khuấy đều, điều chỉnh, tiến hành sản xuất.

4. Duy trì công nghệ

- (1) Bảo đảm dung dịch sạch, không nhiễm bẩn dầu mỡ và các tạp chất cơ khí.
- (2) Dung dịch nửa năm lọc một lần, để loại bỏ tạp chất rắn.
- (3) Không để lẫn các dung dịch khác vào dung dịch oxy hóa để tránh nhiễm bẩn.
- (4) Định kỳ phân tích dung dịch và điều chỉnh kịp thời.

5. Xử lý sau khi oxy hóa

Những chi tiết sau khi oxy hóa hóa học cần phải rửa sạch, sau đó tiến hành xử lý theo bảng 21.2.

Bảng 21.2. Chế độ công nghệ xử lý sau khi oxy hóa hóa học nhôm và hợp kim nhôm

Tên công nghệ	Thành phần dung dịch		Chế độ công nghệ			Ghi chú
	Thành phần	Hàm lượng (g/l)	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (phút)	Nhiệt độ sấy	
Bịt lỗ	K ₂ Cr ₂ O ₇	30-50	90-95	5-10	≤ 70	Dùng cho oxy hóa axit pH = 6 - 6,8
Thụ động	CrO ₃	20	thường	5-15 giây	≤ 50	Dùng cho oxy hóa kiềm

III - OXY HÓA ĐIỆN HÓA DUNG DỊCH H₂SO₄

1. Đặc điểm công nghệ

Màng oxy hóa nhôm thu được khi oxy hóa điện hóa dung dịch H₂SO₄ có bề ngoài trong suốt không màu, độ dày 5 - 2 μm độ cứng cao, lỗ xốp nhiều (lỗ xốp khoảng 10 - 15%), hấp phụ tốt, dễ nhuộm màu. Sau khi xử lý bị lỗ, độ bền chống gỉ cao, dùng để bảo vệ trang sức.

Công nghệ oxy hóa điện hóa dung dịch H₂SO₄ đơn giản, thao tác thuận lợi, giá thành thấp, không cần dùng dòng điện cao áp, tiêu thụ điện nhỏ, thời gian oxy hóa ngắn, năng suất cao, được sử dụng rộng rãi. Ngoài những chi tiết đúc có lỗ xốp lớn, chi tiết hàn điểm, nút bấm v.v..., còn những sản phẩm khác đều sử dụng oxy hóa điện hóa.

Khuyết điểm của công nghệ này là trong quá trình oxy hóa phát sinh nhiệt lượng lớn, nhiệt độ dung dịch cao, trong sản xuất cần có thiết bị làm lạnh.

2. Chế độ công nghệ

Chế độ công nghệ xem bảng 21.3 và 21.4.

Bảng 21.3. Chế độ công nghệ oxy hóa điện hóa trong dung dịch H_2SO_4

Thành phần và chế độ	Oxy hóa bằng dòng điện một chiều		Oxy hóa bằng dòng điện xoay chiều
	1	2	
H_2SO_4 (g/l)	180–200	160–170	130–150
Nhiệt độ ($^{\circ}C$)	15–25	0–3	13–26
Điện thế (V)	15–25	16–20	18–28
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	0,8–2,5	0,4–0,6	1,5–2,0
Thời gian oxy hóa (phút)	Theo độ dày	60	40–50
Anốt	Tấm chì	Nhôm tinh khiết hoặc hợp kim Pb – Sn (Sn 2 – 3%)	
Phạm vi sử dụng	Nhôm và hợp kim nhôm	Oxy hóa trang sức nhôm và hợp kim Al – Mg	Nhôm trang sức không chịu mài mòn

Bảng 21.4. Chế độ công nghệ oxy hóa điện hóa dung dịch H_2SO_4 có chất phụ gia

Thành phần và chế độ	1	2
H_2SO_4	150–200 g/l	15%
$H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ (g/l)	5–6	
$C_3H_5(OH)_3$ (%)		5%
Nhiệt độ ($^{\circ}C$)	15–25	20
Điện thế (V)	18–24	18–18
Mật độ dòng điện (A/dm^2)	0,8–1	1–2

Chú ý: Trong cùng điều kiện màng thu được oxy hóa điện hóa trong dung dịch H_2SO_4 có chất phụ gia glycerin và axit oxalic dày hơn màng không có chất phụ gia. Cho axit oxalic có thể nâng cao nhiệt độ.

3. Pha chế dung dịch

Cho nước cất hoặc nước trao đổi ion vào trong 3/4 bể, vừa khuấy vừa cho từ H_2SO_4 vào, sau đó cho nước đến mức quy định.

4. Duy trì công nghệ

(1) Hóa chất H_2SO_4 để pha bể oxy hóa điện hóa tốt nhất làm hóa chất tinh khiết.

(2) Thường xuyên phân tích định kỳ dung dịch, căn cứ kết quả phân tích mà cho H_2SO_4 , bảo đảm nồng độ quy định.

(3) Trong quá trình oxy hóa, do sự hòa tan của nhôm và các kim loại khác, làm cho tạp chất trong dung dịch tăng lên. Tạp chất ảnh hưởng lớn nhất màng oxy hóa là Cl^- , Al^{+3} , Cu^{+2} v.v... Hàm lượng lớn nhất của tạp chất cho phép trong dung dịch là Al^{+3} 15 – 20 g/l, Cu^{+2} 0,02 g/l, Cl^- 0,2 g/l, Fe^{+3} 0,2 g/l. Công nghệ oxy hóa trang sức hàm lượng lớn nhất của tạp chất cho phép trong dung dịch là Al^{+3} 10 g/l, Cu^{+2} 0,01 g/l, Cl^- 0,1 g/l, F^- 0,001 g/l, Fe^{+3} 0,2 g/l. Bể mặt dung dịch không có dầu và bọt.

Những tạp chất này làm cho bề mặt oxy hóa mất bóng, tính bền chống gỉ, khả năng hấp phụ kém, khó nhuộm màu, gây ra vết hoặc điểm đen.

(4) Khử tạp chất đồng bằng cách thường xuyên rửa cực chì, điện phân với mật độ dòng điện thấp 0,1 – 0,2 A/dm². Để khử nhôm trong dung dịch cần nâng cao nhiệt độ 40 – 50°C, vừa khuấy vừa cho dần dần (NH₄)₂SO₄, làm cho nhôm biến thành muối phức nhôm kết tủa loại bỏ.

Khi xử lý tạp chất trong dung dịch, cần nghiên cứu giá trị kinh tế, nếu xử lý giá thành cao, có thể thay thế dung dịch, nhưng chú ý ô nhiễm môi trường.

(5) Tạp chất Cl⁻ có trong dung dịch do nguồn nước khi pha chế bề mạ và rửa, vì thế cần đặc biệt chú ý chất lượng nước khi oxy hóa điện hóa.

IV – OXY HÓA TRONG DUNG DỊCH CrO₃

1. Đặc điểm công nghệ

Lớp màng thu được trong dung dịch CrO₃ mỏng, độ dày 2 – 5 μm. Lớp màng mềm, tính đàn hồi cao, vẫn đảm bảo độ bóng và kích thước chi tiết. Lớp màng có màu gio trắng hoặc màu gio đậm, khi nhuộm lớp màng này gắn chắc với chất hữu cơ, là lớp nền tốt của lớp sơn hoặc gắn với cao su.

Độ hòa tan của nhôm trong dung dịch CrO₃ nhỏ, được dùng để oxy hóa các chi tiết có kích thước chính xác, độ bóng cao, các chi tiết đúc, hàn v.v... Không dùng cho các chi tiết là hợp kim nhôm, có 4% đồng trở nên.

Oxy hóa trong dung dịch CrO₃, giá thành cao, diện tiêu hao nhiều, đắt hơn so với dung dịch H₂SO₄. Vì vậy việc sử dụng bị hạn chế.

2. Chế độ công nghệ

Chế độ công nghệ xem bảng 21.5.

Bảng 21.5. Chế độ công nghệ oxy hóa nhôm trong dung dịch CrO₃

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế		
	1	2	3
CrO ₃	30–40	50–55	95–100
Nhiệt độ (°C)	32–40	39±2	37±2
Mật độ dòng điện Anốt (A/dm ²)	0,2–0,6	0,3–0,7	0,3–0,5
Điện áp (V)	0–40	0–40	0–40
Thời gian (phút)	60	60	35
Phạm vi sử dụng	Sai số kích thước ít, chi tiết qua đánh bóng	Chi tiết thông thường	Chi tiết thông thường, chi tiết hàn, làm nền lớp sơn

3. Duy trì công nghệ

(1) Khi pha chế dung dịch, dùng nước cất hoặc nước trao đổi ion: Hàm lượng SO₄²⁻ trong CrO₃ không vượt quá 0,1%, hàm lượng Cl⁻ trong CrO₃ không vượt quá 0,05%.

(2) Do sự hòa tan của nhôm trong quá trình oxy hóa, vì vậy nhôm tác dụng với CrO₃, làm giảm hàm lượng CrO₃ tự do, khả năng oxy hóa của dung dịch giảm đi. Vì thế cần thường xuyên phân tích, bổ sung kịp thời CrO₃.

(3) Tạp chất có hại trong quá trình oxy hóa là SO_4^{2-} , Cl^- và Cr^{+3} . Hàm lượng SO_4^{2-} không vượt quá 0,5 g/l, hàm lượng Cl^- không vượt quá 0,2 g/l.

Nếu hàm lượng SO_4^{2-} , Cl^- vượt quá hàm lượng trên lớp màng thô. Hàm lượng Cr^{+3} tăng cao làm cho màng tối không bóng, độ bền chống gỉ giảm.

(4) Khử SO_4^{2-} bằng dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ hoặc BaCO_3 , loại bỏ kết tủa, hàm lượng cho vào 0,2 – 0,3 g/l. Khi hàm lượng Cr^{+3} tăng cao, Cr^{+3} oxy hóa thành Cr^{+6} . Khi điện phân, anot cực chì, catốt là cực thép, mật độ dòng điện Anốt 0,25 A/dm², mật độ dòng điện catốt 10A/dm². Khi hàm lượng Cl^- cao, cần phải làm loãng hoặc thay thế dung dịch.

(5) Trong quá trình sản xuất, thường bổ sung CrO_3 , hàm lượng CrO_3 dần dần tăng cao. Khi hàm lượng CrO_3 tăng cao quá khả năng oxy hóa giảm đi, vì vậy phải làm loãng hoặc thay thế dung dịch.

V – OXY HÓA TRONG DUNG DỊCH OXALIC

1. Đặc điểm công nghệ

Lớp màng thu được trong dung dịch oxalic có độ dày 8 ~ 20μm, dày nhất 60μm, đàn hồi tốt, cách điện tốt. Độ bền chống gỉ và độ cứng của màng, gần tương tự như lớp màng oxy hóa dung dịch H_2SO_4 . Có thể được lớp màng trang sức trên nhôm tinh khiết và nhôm hợp kim không có đồng, có màu trắng bạc, màu đồng và hoặc nâu vàng.

Oxy hóa, trong dung dịch oxalic giá thành cao điện tiêu hao lớn, cần thiết bị làm lạnh, việc sử dụng bị hạn chế. Do đó chỉ dùng cho trường hợp đặc biệt, những vật trang sức, dụng cụ gia đình (nồi cơm nhôm, mâm nhôm, hộp nhôm v.v...), lớp bảo vệ cách điện. Gần đây được dùng nhiều trong công nghiệp, kiến trúc, tàu thủy, chế tạo máy, vật liệu điện v.v...

2. Chế độ công nghệ

Chế độ công nghệ xem bảng 21.6.

Bảng 21.6. Chế độ công nghệ oxy hóa nhôm trong dung dịch oxalic

<div><div></div><div>Pha chế</div></div>	1	2	3	4
Hàm lượng (g/l)				
Thành phần và chế độ				
H ₂ C ₂ O ₄ 2H ₂ O	40–60	50–70	40–50	80
CrO ₃			1	
H ₂ CO ₂				47
Nhiệt độ (°C)	15–18	25–32	20–30	13–18
Mật độ dòng điện catốt (A/dm ²)	2–2,5	1–2	1,5–4,5	4–5
Điện thế (V)	110–120	40–60	30–40	20–30
Thời gian (phút)	90–150	30–40	30–40	20–30
Nguồn điện	Một chiều	một chiều	xoay chiều	Một chiều hoặc xoay chiều
Phạm vi sử dụng	Vật liệu cách điện	Trang sức bề mặt	Thông thường	Trang sức và oxy hóa nhanh

Trong quá trình oxy hóa, khi cho vào bể phải có điện (dòng điện nhỏ), trong thời gian oxy hóa 5 phút bảo đảm mật độ dòng điện anốt $2 - 2,5 \text{ A/dm}^2$, sau đó tăng dần điện áp đến 60V. Bảo đảm mật độ dòng điện $2 - 2,5 \text{ A/dm}^2$ trong thời gian 15 - 30 phút tăng dần điện áp đến 90V, sau cùng đến 110V, ở điện áp này, bảo đảm thời gian 60 phút. Khi điện áp tăng cao không vượt quá 120V, để dòng điện hạ xuống. Đến thời gian quy định, ngắt điện lấy chi tiết ra. Trong quá trình oxy hóa, cần phải dùng không khí nén, khuấy đều dung dịch.

3. Duy trì công nghệ

(1) Dung dịch oxy hóa nhôm oxalic rất nhạy với tạp chất Clo. Khi hàm lượng ion cao, lớp màng có điểm ăn mòn. Hàm lượng Cl^- cho phép 0,04 g/l, nếu vượt quá hàm lượng này cần phải làm loãng hoặc thay thế dung dịch. Để phòng ngừa hàm lượng Cl^- cao cần chú ý chất lượng nước.

(2) Do sự hòa tan của nhôm, trong dung dịch tạo thành nhôm oxalat, ảnh hưởng đến khả năng oxy hóa, vì thế cần thường xuyên phân tích và bổ sung oxalic. Nếu hàm lượng Al^{+3} vượt quá 2 g/l cần pha loãng hoặc thay thế dung dịch.

VI - OXY HÓA CỨNG

Oxy hóa cứng (còn gọi là oxy hóa dày) là phương pháp oxy hóa nhôm và hợp kim nhôm tương đối mới.

Độ dày lớn nhất của lớp màng có thể đạt tới 250 - 300 μm , độ cứng tế vi của lớp màng trên nhôm tinh khiết là 1500 kg/cm^2 trên nhôm hợp kim 400 - 600 kg/cm^2 . Lớp màng có nhiều lỗ, hấp phụ tốt các chất bôi trơn, giảm ma sát. Lớp màng dẫn nhiệt kém, điểm nóng chảy đạt tới 2050°C, hệ số điện trở cao, qua xử lý bọt lỗ (ngâm vào sơn cách điện hoặc parapin) có thể chịu điện áp cao 2000V. Lớp màng có tính chống gỉ cao trong khí quyển. Nếu phun nước muối 3% hàng ngàn giờ không bị ăn mòn.

Oxy hóa cứng có độ cứng cao, chịu mài mòn tốt, cách điện tốt, gắn chắc với nền, cho nên được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp chế tạo máy, công nghiệp quốc phòng, xi lanh, pittông, trục v.v... Khuyết điểm của oxy hóa cứng là khi độ dày lớn, ảnh hưởng đến cường độ mỏi của hợp kim nhôm.

Có nhiều loại dung dịch để oxy hóa cứng như dung dịch H_2SO_4 , dung dịch $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_2$ v.v..., có thể dùng dòng điện một chiều hoặc xoay chiều. Nhưng được dùng nhiều nhất là dung dịch H_2SO_4 , dùng dòng điện một chiều, ở nhiệt độ thấp.

1. Oxy hóa cứng dung dịch H_2SO_4

(1) Đặc điểm công nghệ

Oxy hóa cứng trong dung dịch H_2SO_4 gần giống như oxy hóa thông thường. Điều khác nhau là để được độ cứng cao, màng dày phải tiến hành oxy hóa ở nhiệt độ thấp (-10°C - 10°C). Vì vậy phải dùng phương pháp làm lạnh và khuấy dung dịch bằng không khí nén.

(2) Chế độ công nghệ

Chế độ công nghệ xem bảng 21.7.

Bảng 21.7. Chế độ công nghệ oxy hóa cứng dung dịch H_2SO_4

Pha chế Thành phần và chế độ	1	2
H_2SO_4 (g/l)	200–300	130–180
Nhiệt độ ($^{\circ}C$)	–5–10 $^{\circ}C$	10–15
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	0,5–5	2
Điện thế (V)	40–90	Bắt đầu 5V, cuối cùng 100V
Thời gian (phút)	120–150	60–180
Phạm vi ứng dụng	Hợp kim nhôm biến hình	Hợp kim nhôm đúc

Khi bắt đầu oxy hóa, mật độ dòng điện 0,5 A/dm² trong 25 phút, 5 – 8 lần tăng dần dòng điện 2,5 A/dm². Sau đó cứ cách 5 phút điều chỉnh điện áp 1 lần, bảo đảm mật độ dòng điện 2,5 A/dm². Điện trở ban đầu 8 – 12 V, căn cứ vào độ dày màng và nguyên liệu nhôm mà sử dụng điện áp cuối cùng. Kết thúc oxy hóa, ngắt dòng điện, lấy chi tiết ra.

Trong quá trình oxy hóa cần chú ý theo dõi đồng hồ Ampe và Vol kế. Nếu đột nhiên dòng điện tăng lên, điện áp giảm đi, chứng tỏ màng đã bị hòa tan cần phải ngắt điện, kiểm tra và lấy chi tiết ra.

(3) Duy trì công nghệ

a) Căn cứ vào nguyên liệu nhôm mà chọn nồng độ H_2SO_4 thích hợp. Nhôm tinh khiết hoặc nhôm hợp kim đúc, dùng dung dịch nồng độ thấp, nhôm cứng và nhôm có hàm lượng đồng cao, dùng dung dịch nồng độ cao.

b) Nói chung, nhiệt độ thấp, độ cứng màng cao, chịu mài mòn cao. Nhưng với nhôm tinh khiết thì khác, độ cứng của màng khi oxy hóa ở nhiệt độ 6 – 11 $^{\circ}C$ cao hơn khi oxy hóa ở nhiệt độ 0 $^{\circ}C$.

c) Nâng cao mật độ dòng điện, tăng tốc độ sinh trưởng màng, thời gian oxy hóa giảm, sự hòa tan màng giảm, chịu mài mòn cao. Quan hệ giữa mật độ dòng điện và độ cứng màng tương đối phức tạp, nếu mật độ dòng điện nhỏ, tạo màng chậm, thời gian hòa tan hóa học dài, độ cứng giảm đi. Khi mật độ dòng điện vượt quá giới hạn (8 A/dm²), lượng phát nhiệt lớn, độ cứng giảm đi. Để được lớp màng tốt, cần căn cứ vào nguyên liệu khác nhau mà chọn mật độ dòng điện thích hợp, thông thường trong phạm vi 2 – 5 A/dm².

d) Hợp kim nhôm – đồng, nhôm – silic, nhôm – mangan, oxy hóa cứng khó khăn. Khi hàm lượng Cu trong hợp kim lớn hơn 5% hoặc hàm lượng silic trong hợp kim lớn hơn 7%, không thể oxy hóa bằng dòng điện một chiều mà phải oxy hóa bằng dòng điện phối hợp một chiều và xoay chiều.

2. Oxy hóa cứng hỗn hợp axit

Oxy hóa cứng hỗn hợp axit là quá trình oxy hóa thực hiện trên cơ sở dung dịch H_2SO_4 hoặc $H_2C_2O_4$ cho thêm lượng nhất định muối vô cơ hoặc axit hữu cơ như $H_4C_3O_4$, $C_3H_6O_3$, $C_4H_6O_5$, $C_7H_6O_6S$, $C_3H_8O_7$, $MnSO_4$ vv... Như vậy có thể thu được lớp màng oxy hóa dày ở nhiệt độ thường; chất lượng màng tốt hơn. Công nghệ oxy hóa cứng hỗn hợp axit thường dùng xem bảng 21.8.

Bảng 21.8. Chế độ oxy hóa cứng hỗn hợp axit

STT	Pha chế dung dịch		Chế độ công nghệ		
	Thành phần	Hàm lượng (g/l)	Nhiệt độ	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	Điện thế (V)
1.	H ₂ SO ₄ C ₃ H ₈ O ₇ C ₆ H ₈ O ₈	200 12 ml/l 17	16-18	3-4	22-24
2	H ₂ C ₂ O ₄ H ₂ C ₂ O ₄ 2H ₂ O MnSO ₄ 5 H ₂ O	25-30 35-50 3-4	10-30	3-4	Lúc đầu 40 - 50 V sau cùng 130V
3	H ₂ SO ₄ H ₂ C ₂ O ₄ 2H ₂ O C ₃ H ₈ O ₈ H ₃ BO ₃	100 20 10 25	18-23	8-10	
4	H ₂ SO ₄ C ₁₄ H ₁₀ C ₃ H ₈ O ₈ H ₃ BO ₃	10-15 3,5-5 30-40 35-40	18-30	10-20	

3. Oxy hóa cứng ở nhiệt độ thường

(1) Chế độ công nghệ oxy hóa cứng ở nhiệt độ thường như sau:

H₂SO₄ (1,84): 15 g/l

H₂C₂O₄ : 4 g/l

CrO₃ 0,3 g/l

Nhiệt độ (°C) 25 - 35

Mật độ dòng điện (A/dm²) 1,5 - 2

Điện thế (V) 25 - 30

Thời gian (phút) 60 - 90

Lớp màng thu được khi oxy hóa cứng ở nhiệt độ thường có chất lượng gần như oxy hóa cứng ở nhiệt độ thấp.

VII - OXY HÓA MÀU MEN SỨ

1. Đặc điểm công nghệ

Oxy hóa màu men sứ là phương pháp oxy hóa mới, được lớp màng oxy hóa không trong suốt, bóng, đồng đều gần giống như màu men sứ. Đặc điểm của màng là độ cứng cao, chịu mài mòn, chịu nhiệt, cách điện tốt. Độ bền chống gỉ cao hơn màng oxy hóa trong dung dịch H₂SO₄. Màng hấp phụ tốt, nhuộm được các màu, màu sắc đẹp, trang sức tốt. Oxy hóa màu men sứ được ứng dụng rộng rãi cho các chi tiết đồng hồ, dụng cụ điện tử, trang sức bề mặt cho các dụng cụ gia đình.

2. Chế độ công nghệ

Chế độ công nghệ xem bảng 21.9.

Bảng 21.9. Chế độ công nghệ oxy hóa màu men sứ.

STT	Pha chế dung dịch		Chế độ công nghệ				Độ dày và màu sắc màng
	Thành phần	Hàm lượng (g/l)	Nhiệt độ (°C)	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	Điện thế (V)	Thời gian (phút)	
1	TiO(KC ₂ O ₄) ₂ ·2H ₂ O	35-45	24-28	Bắt đầu 2-3	90-110	30-40	0-16μm Màu trắng tro
	H ₃ BO ₃	8-10		Cuối cùng 0,6-1,2			
	H ₂ C ₂ O ₄ ·2H ₂ O	2-5					
	C ₆ H ₈ O ₇ ·H ₂ O	1-1,5					
2	CrO ₃	30-40	40-50	Bắt đầu 2-3	40-80	40-60	11-15μm Màu tro
	H ₃ BO ₃	1-3		Cuối cùng 0,1-0,6			
3	ZrSO ₄ (tính theo ZrO)	5%	34-36	1,2-1,5	16-20	40-60	15-25μm Màu trắng
	H ₂ SO ₄	7,5%					
4	CrO ₃	35-40	45-55	0,5-1	25-40	40-50	10-16μm màu trắng sữa
	C ₂ H ₂ O ₄ ·2H ₂ O	5-12					
	H ₃ BO ₃	5-7					

3. Duy trì công nghệ

(1) Khi làm việc cần khuấy dung dịch

(2) Trong dung dịch oxy hóa màu men sứ, ion nhôm không cao quá 30 g/l, ion Cl⁻ không vượt quá 0,03 g/l. Khi vượt quá phạm vi này cần làm loãng hoặc thay thế dung dịch.

(3) Nguyên liệu Catốt là nhôm tinh khiết, chì hoặc thép không gỉ. Tỷ lệ diện tích catốt: Anốt bằng 1:2 - 4.

(4) để được lớp màng màu men sứ tốt, nhân tố quan trọng nhất là chọn hợp kim nhôm: Hợp kim nhôm thích hợp nhất là Al - Zn (5%) - Mg (1,5 - 2%), Al - Mg (3 - 4%), Al - Mg (0,8%) Si (1,8%), Al - Mg (0,8%) Cr (0,4%).

VIII - OXY HÓA MÀU MEN SỨ TRONG DUNG DỊCH H₂SO₄

Tiến hành oxy hóa nhanh trong dung dịch H₂SO₄ sau đó nhúng vào dung dịch hóa học được màng oxy hóa màu men sứ, giảm giá thành, giảm ô nhiễm môi trường.

1. Chế độ công nghệ

(1) Oxy hóa nhanh

H ₂ SO ₄	300 g/l
NiSO ₄ ·7H ₂ O	8 g/l
Điện thế	10 - 12V
Mật độ dòng điện	1 - 1,5 A/dm ² .
Nhiệt độ	18 - 22°C
Thời gian	15 phút

(2) Nhúng:

Al ₂ (SO ₄) ₃	40 g/l
pH	3,5
Nhiệt độ	50 - 55°C
Thời gian nhúng	25 phút

2. Duy trì công nghệ

(1) **Điện thế làm việc:** không chế trong khoảng 10 – 12V. Nếu điện thế nhỏ hơn 10V không đạt mật độ dòng điện cho phép, cao hơn 12V, màng nhuộm không tốt. Mật độ dòng điện nhỏ và cao đều ảnh hưởng đến nhuộm màng, nhiệt độ ảnh hưởng tới tính năng nhuộm màu trắng.

(2) **Khuấy:** Khi oxy hóa nhanh cần phải khuấy dung dịch, hoặc dùng phương pháp làm nguội tuần hoàn, làm cho nhiệt độ đồng đều, để được lớp màng đồng đều, nhuộm màu đậm nhạt như nhau.

(3) **Nhiệt độ nhuộm:** Nhiệt độ cao hơn 60°C, hiệu quả nhuộm không tốt, nhiệt độ vượt quá 70°C màng bị hòa tan, nhiệt độ nhỏ hơn 45°C, màng không hình thành.

(4) **Thời gian nhuộm:** Thời gian dưới 15 phút màng không hình thành, thời gian dài màng tốt, nhưng quá dài tính năng màng kém.

(5) **Giá trị pH:** giá trị pH = 3,5. Nếu pH quá cao làm cho dung dịch đục, màng không đồng đều, không tạo thành màng trắng. Nếu pH quá thấp làm cho nhôm và màng hòa tan, có khi không tạo màng trắng.

Dùng phương pháp tạo màng này không thể nhuộm màu điện phân.

IX – NHỮNG PHƯƠNG PHÁP OXY HÓA KHÁC

1. Oxy hóa hiệu suất cao

Trong dung dịch H_2SO_4 cho thêm một số chất axit hữu cơ (như $C_3H_8O_3$, $C_3H_6O_3$ v.v...) muối vô cơ ($NaSO_4$ v.v...) có thể ngăn cản sự hòa tan màng và tăng nhanh tạo màng, do đó nâng cao hiệu suất oxy hóa. Chế độ công nghệ xem bảng 21.10.

Bảng 21.10. Chế độ công nghệ oxy hóa nhôm hiệu suất cao.

TT	Pha chế dung dịch		Chế độ công nghệ				Ghi chú
	Thành phần	Hàm lượng (g/l)	Nhiệt độ (°C)	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	Điện thế (V)	Thời gian (V)	
1	H_2SO_4	150–180	18–22	0,8 – 1	10–12	10	Khuấy không khí nén
	$C_3H_8O_3$	10–12ml/l					
	$C_3H_6O_3$	12–15ml/l					
	Phụ gia	0,2–0,3					
2	H_2SO_4	200–220	22–24	1,0–2	13–14	Tốc độ tạo màng 0,4–0,5 µm/phút	Giá treo titan khuấy không khí nén
	$NaSO_4 \cdot 7H_2O$	6–10					

2. Oxy hóa phạm vi nhiệt độ cao

Công nghệ xem bảng 21.11

Bảng 21.11. Chế độ oxy hóa nhôm nhiệt độ cao

Pha chế dung dịch		Chế độ công nghệ			Ghi chú
Thành phần	Hàm lượng (g/l)	Nhiệt độ (°C)	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	Thời gian (phút)	
H_2SO_4	140–160	10–50	1–2	30–40	Không cần thiết bị làm lạnh vẫn sản xuất bình thường. Tuổi thọ dung dịch dài
$C_3H_8O_3$	20–60				

3. Oxy hóa nhôm bóng

Chế độ công nghệ xem bảng 21.12.

Bảng 21.12. Chế độ công nghệ oxy hóa nhôm bóng

STT	Pha chế dung dịch		Chế độ công nghệ			Ghi chú
	Thành phần	Hàm lượng (g/l)	Nhiệt độ (°C)	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	Thời gian (phút)	
1	NaHSO ₄	200	Thường	0,8–1	5–10	Sau khi oxy hóa xong bịt lỗ trong nước cất pH = 5,5–6 thời gian 20 phút nhiệt độ 90 – 95°C
2	H ₂ SO ₄	100–150	Thường	0,8–1	5–10	

3. Oxy hóa nhôm dung dịch H₃PO₄

Màng oxy hóa trong dung dịch H₃PO₄ có lỗ xốp lớn, dùng làm lớp mạ lót, độ dày 3μm.

Chế độ công nghệ xem bảng 21.13.

Bảng 21.13. Chế độ oxy hóa nhôm dung dịch H₃PO₄

STT	Pha chế dung dịch		Chế độ công nghệ				Ghi chú
	Thành phần	Hàm lượng (g/l)	Nhiệt độ (°C)	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	Điều chế (V)	Thời gian (phút)	
1	H ₃ PO ₄	200	20–25	2	25	18–20	Dùng làm lớp mạ lót
	H ₂ C ₂ O ₄ ·2H ₂ O	5					
	NaC ₁₂ H ₅ SO ₄	0,1					
2	H ₃ PO ₄	286–354	25	1–2	30–60	10	
3	H ₃ PO ₄	100–140	20–25		10–25	18–22	Dùng để gắn

Khi oxy hóa trong dung dịch H₃PO₄ để làm lớp mạ lót cần chú ý mấy điểm sau:

(1) Trong quá trình oxy hóa phải làm nguội và khuấy dung dịch. Nếu nhiệt độ cao hơn 40°C, độ bám chắc với lớp mạ giảm đi.

(2) Lớp màng oxy hóa rất mỏng, do đó không thể mạ trong dung dịch axit mạnh và kiềm mạnh. Sau khi oxy hóa, cần phải rửa sạch, sau đó hoạt hóa trong dung dịch HF 0,5 – 1 ml/l, rửa, mạ trong dung dịch đồng pirophốt phát (pH = 8) hoặc mạ niken thông thường (pH = 5). Trước khi mạ không được sấy lớp màng oxy hóa, nếu không màng bị bọt lỗ, độ bám chắc không tốt.

X – NHUỘM MÀU MÀNG OXYHÓA NHÔM

Kỹ thuật nhuộm màu vàng oxy hóa nhôm trong công nghiệp gồm có phương pháp nhuộm màu hóa học và phương pháp nhuộm màu điện hóa. Phương pháp nhuộm màu hóa học là chất nhuộm hấp phụ lỗ xốp lớp màng, vì vậy màng dễ bị xoa tuột đi, chịu ánh sáng kém. Phương pháp nhuộm màu điện hóa thông qua điện phân làm cho muối kim loại kết tủa dạng hạt nhỏ trong lỗ xốp màng, do đó được nhuộm màu. Vì vậy màng không bị xoa tuột đi, chịu ánh sáng tốt, nhưng màu sắc khi nhuộm màu điện hóa không đẹp bằng phương pháp hóa học.

Phương pháp nhuộm màu hóa học dùng cho vật liệu trang sức trong phòng, đánh dấu, phân biệt khi sử dụng. Phương pháp nhuộm màu điện hóa, dùng cho vật liệu trang sức ngoài

phòng. Thí dụ như vật liệu nhôm dùng trong kiến trúc, dụng cụ trang sức trên tàu thủy hoặc các loại xe.

1. Phương pháp nhuộm màu hóa học

(1) Yêu cầu màng oxy hóa nhuộm màu

Màng oxy hóa dễ nhuộm màu nhất là màng tạo thành trong dung dịch H_2SO_4 , trong suốt không màu, lỗ xốp nhiều, hấp phụ mạnh. Màng tạo thành trong dung dịch $H_2C_2O_4$ bản thân có màu, chỉ cần nhuộm màu đậm hơn. Màng tạo thành trong dung dịch CrO_3 lỗ xốp ít, bản thân có màu, vì vậy khó nhuộm màu.

Màng oxy hóa nhuộm màu cần có những điều kiện sau:

a) Lớp màng có đủ độ dày nhất định, độ dày màng quyết định màu sắc màng. Lớp màng dày có màu tối đậm, lớp màng mỏng có màu nhạt hơn.

b) Lớp màng oxy hóa có lỗ xốp và khả năng hấp phụ nhất định.

c) Lớp màng đồng đều, dễ nhuộm màu.

(2) Nhuộm màu chất hữu cơ

a) Chế độ công nghệ: xem bảng 21.14.

b) Pha chế dung dịch

Cần hóa chất nhuộm cho vào cốc sứ hoặc cốc thủy tinh, cho ít nước cất khuấy thành dạng hồ, sau đó làm loãng bằng nước, đun sôi 10 – 30 phút, chất nhuộm hòa tan hoàn toàn. Lọc, cho vào thùng nhuộm màu bằng sứ, nhôm hoặc thép không gỉ, pha loãng nước đến mức quy định. Điều chỉnh pH bằng CH_3COOH hoặc NH_4OH . Ở nhiệt độ quy định, nhuộm thử, sau đó sản xuất lớn.

c) Duy trì công nghệ

Chi tiết sau khi oxy hóa cần phải rửa trong nước lạnh, không rửa trong nước nóng, không được sờ tay vào. Để đảm bảo màu bám chắc, cần phải trung hoà trong NH_4OH 1–2% để tẩy axit còn dư lại trong lỗ xốp, sau đó rửa sạch. Khi nhuộm màu, không để các chi tiết va chạm nhau. Nếu màu nhạt có thể nhuộm lại. Sau khi nhuộm cần phải rửa sạch, bọt lỗ và sấy khô, không được ngâm trong nước. Nếu sau khi oxy hóa để thời gian dài trước khi nhuộm, phải xử lý trong CH_3COOH 10%, thời gian 10 phút hoặc trong HNO_3 loãng vài giây, khi nhuộm màu chất nhuộm tính kiềm, màng oxy hóa cần phải xử lý qua dung dịch tanin 2 – 3%, nếu không sẽ không nhuộm được màu.

Bảng 21.14. Chế độ công nghệ nhuộm chất hữu cơ

Màu	STT	Tên thuốc nhuộm	Hàm lượng (g/l)	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (phút)	pH
Màu đỏ	1	Alizarin đỏ (R)	5–10	60–70	10–20	5–5,5
	2	Thuốc nhuộm trực tiếp (G)	2–5	60–75	5–10	4,5–5,5
	3	Thuốc nhuộm đỏ axit (B)	4–6	15–40	15–30	
	4	Thuốc nhuộm hoạt tính đỏ	2–5	70–80	2–15	
	5	Thuốc nhuộm đỏ axit (GR)	6–8	thường	2–15	4,5–5,5
Màu đen	1	Thuốc nhuộm đen (ATT)	10–15	thường	2–10	4,5–5,5
	2	Thuốc nhuộm xanh đen (10B)	10	thường	5–10	4,5–5,5
	3	Alnin đen	5–10	60–70	15–30	5–5,5
	4	Thuốc nhuộm hoàn nguyên (NBL)	10–15	60–70	15–20	5–5,5

Màu	STT	Tên thuốc nhuộm	Hàm lượng (g/l)	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (phút)	pH
Màu xanh da trời	1	Thuốc nhuộm xanh da trời trực tiếp	3-5	thường	15-25	
	2	Thuốc nhuộm xanh da trời	5	thường	5-15	
Màu xanh lục	1	Thuốc nhuộm xanh lục trực tiếp	3-5		15-25	
	2	Thuốc nhuộm xanh lục axit	5			
Màu vàng kim	1	Alizarin vàng S Alizarin đỏ (R)	0,3 0,5	70-80	1-3	5-6
	2	Thuốc nhuộm vàng chanh hoạt tính	0,5	70-80	5-15	
	3	Thuốc nhuộm vàng (IGK)	5-10	thường	5-10	5-6
Màu vàng	1	Thuốc nhuộm vàng trực tiếp (5 GL)	8-10	70-80	10-15	6-7
	2	Alizarin vàng (S)	2-3	60-70	10-20	

(3) Nhuộm màu chất vô cơ

Chế độ công nghệ nhuộm màu chất vô cơ xem bảng 21.15.

Bảng 21.15. Chế độ công nghệ nhuộm màu chất vô cơ

Màu	Thành phần dung dịch	Hàm lượng (g/l)
Màu xanh	(1) $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$	10-50
	(2) $FeCl_3$	10-100
Màu đen	(1) $Co(CH_3COO)_2$	20-100
	(2) $KMnO_4$	15-25
Màu vàng	(1) $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$	100-200
	(2) $K_2Cr_2O_7$	50-100
Màu trắng	(1) $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$	10-50
	(2) Na_2SO_4	30-50
	(1) $BaCl_2$	30-50
	(2) Na_2SO_4	30-50
Màu vàng chanh	(1) $AgNO_3$	50-100
	(2) K_2CrO_4	30-50
Màu nâu	(1) $K_4Fe(CN)_6$	10-50
	(2) $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	10-100
Màu vàng kim loại	(1) $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	10-50
	(2) $KMnO_4$	10-50

Chi tiết sau khi oxy hóa cần phải rửa sạch, nhúng vào dung dịch 1, sau đó rửa, lại nhúng vào dung dịch 2. Thời gian nhúng vào mỗi loại dung dịch 5-10 phút. Nếu màu không đậm, có thể nhuộm lại. Sau khi nhuộm xong phải rửa sạch, bọt lỗ bằng nước nóng. Để nâng cao độ bền chống gi sau khi rửa, có thể sấy ở nhiệt độ 60 - 80°C, sau đó phun sơn hoặc tráng parafin.

2. Phương pháp nhuộm màu điện hóa

Phương pháp nhuộm màu điện hóa gồm có các phương pháp. Phương pháp nhuộm màu tự nhiên, phương pháp nhuộm màu điện hóa bước 1 và phương pháp nhuộm màu điện hóa bước 2. Lớp màng nhuộm màu điện hóa chịu mài mòn tốt, chịu ánh sáng tốt, chịu nhiệt và chịu ăn mòn hóa học. Trước mắt nó được ứng dụng rộng rãi trong công trình xây dựng và dụng cụ gia đình.

(1) Phương pháp nhuộm màu tự nhiên

Phương pháp nhuộm màu tự nhiên là phương pháp nhuộm màu hợp kim. Khi thay đổi thành phần hợp kim và điều kiện nhiệt luyện, màng oxy hóa được nhuộm màu. Chế độ công nghệ xem bảng 21.16.

Bảng 21.16. Chế độ công nghệ nhuộm màu tự nhiên

Hợp kim nhôm	Pha chế dung dịch		Chế độ công nghệ			Màu sắc
	Thành phần	Hàm lượng (g/l)	Nhiệt độ (°C)	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	Thời gian (phút)	
Al - Si (Si 11 - 13%)	H ₂ SO ₄	200 ± 10	20 ± 2	1,5 - 2,5	40 - 60	Màu xanh da trời đến màu đen
Al - Mn - Cr (Mn: 0,2-0,7%; Cr: 0,2-0,5%)	H ₂ SO ₄	200 ± 10	20 ± 2	1,5	40 - 60	Màu nâu đậm
Al - Mg (Mg: 1-1,5%)	H ₂ SO ₄	200 ± 10	20 ± 2	1-1,2	40 - 60	Màu vàng kim loại

(2) Phương pháp nhuộm màu điện hóa bước 1

Phương pháp nhuộm màu điện hóa bước 1 còn gọi là phương pháp nhuộm màu trong dung dịch, là phương pháp tạo màng oxy hóa có màu trên bề mặt hợp kim nhôm sau khi oxy hóa trong dung dịch có axit hữu cơ. Màu sắc màng oxy hóa có quan hệ với thành phần hợp kim nhôm dung dịch oxy hóa có chất axit hữu cơ và điều kiện oxy hóa. Những axit hữu cơ thường dùng bước 1 là C₇H₆O₆S, H₂C₂O₄,..., H₂NSO₂OH v.v....

Trong dung dịch có H₂C₂O₄ là chính, thêm H₂SO₄ CrO₃ hoặc chất hữu cơ khác có thể tạo thành màng oxy hóa màu vàng hoặc màu đỏ. Trong dung dịch có H₂NSO₂OH, C₇H₆O₆S là chính cho thêm chất axit vô cơ và axit hữu cơ, có thể tạo thành màng oxy hóa màu vàng đến màu đen...

Phạm vi chế độ công nghệ nhuộm màu bước 1 hẹp, công nghệ thao tác "nghiêm túc, phức tạp, màu sắc màng phụ thuộc vào thành phần nguyên liệu, phương pháp gia công v.v..., vì vậy khả năng áp dụng bị hạn chế. Chế độ công nghệ xem bảng 21-17.

Bảng 21.17. Chế độ công nghệ nhuộm màu điện hóa bước 1

Pha chế dung dịch		Chế độ làm việc			Độ dày màng (μm)	Màu sắc màng
Thành phần	Hàm lượng (g/l)	Nhiệt độ (°C)	Điện thế (V)	Mật độ dòng điện (A/dm ²) (một chiều)		
C ₇ H ₆ O ₆ S 2H ₂ O H ₂ SO ₄ ion nhôm	62-68 5,6-6 1,5-1,9	15-35	35-65	1,3-3,2	18-25	Màu vàng
C ₇ H ₆ O ₆ S 2H ₂ O H ₂ SO ₄	15% 0,5%	20	45-70	2-3	20-30	Màu vàng
H ₂ SO ₄ H ₂ C ₂ O ₄ 2H ₂ O FeC ₂ O ₄	0,5-45 5 → bão hòa 5-80	20-22	20-35	5,2	15-25	Màu đỏ nâu
Phenol sunfo axit H ₂ SO ₄	90 6	20-30	40-60	2,5	20-30	

(3) Phương pháp nhuộm màu điện hóa bước 2

Phương pháp nhuộm màu điện hóa bước 2 là phương pháp xử lý điện hóa trong dung dịch H_2SO_4 thường dùng có thêm muối kim loại, do tác dụng của dòng điện, ion kim loại kết tủa khử trong lỗ xốp màng, tạo nên màu sắc màng.

Phương pháp nhuộm màu điện hóa bước 2 phân loại theo bước sóng nguồn điện, một chiều xoay chiều, phân loại theo dung dịch nhuộm màu, một loại muối kim loại, nhiều loại muối kim loại và hai loại dung dịch nhuộm màu. Hiện nay các nước đều dùng phương pháp nhuộm màu xoay chiều.

a) Chế độ công nghệ nhuộm màu xoay chiều

Chế độ công nghệ nhuộm màu xoay chiều theo bảng 21.18.

Bảng 21.18. Chế độ công nghệ xoay chiều

Loại muối kim loại	Pha chế dung dịch		Chế độ công nghệ					Nguyên liệu cực	Màu sắc
	Thành phần	Hàm lượng (g/l)	pH	Điện thế (V)	Nhiệt độ (°C)	Mật độ dòng điện (A/dm^2)	Thời gian (phút)		
Muối Niken	$NiSO_4 \cdot 7H_2O$	25	4,4	7-15	20	0,2-0,4	2-15	Cực niken	Màu vàng
	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	20							
	$(NH_4)_2SO_4$	15							
	H_3BO_3	25							
Muối đồng	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	35	1-1,3	10	20	0,2-0,8	5-10	grafit	Màu tím
	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	20							
	H_2SO_4	5							
Muối thiếc	$SnSO_4$	20	1-2	6-9	15-25	0,2-0,8	5-10	Cực thiếc	Màu vàng
	H_2SO_4	10							
	H_3BO_3	10							
	$SnSO_4$	4	1,3	13-20	20	0,2-0,8	5-8	Cực thiếc	Màu vàng
	$(NH_4)_2SO_4$	10							
	$C_6H_8O_7 \cdot H_2O$	12							
Muối Coban	$CoSO_4$	25	4-4,5	17	20	0,2-0,8	13	Cực nhôm	Màu đen
	$(NH_4)_2SO_4$	15							
	H_3BO_3	25							
Muối bạc	$AgNO_3$	0,5	1	10	20	0,5-0,8	3	Grafít	Màu vàng lục
	H_2SO_4	5							
	$AgNO_3$	1,0	0,7	10					Màu vàng kim → màu nâu
	$Al_2(SO_4)_3$	20							
	H_2SO_4	thích hợp	1,3	6-14	20	0,1-1,5	1-8	Grafít	Màu nâu đỏ → Màu đen
	$SnSO_4$	15							
Muối đồng thiếc	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	7,5							
	H_2SO_4	10							
	$C_6H_8O_7 \cdot H_2O$	10							

Loại muối kim loại	Pha chế dung dịch		Chế độ công nghệ					Nguyên liệu cực	Màu sắc
	Thành phần	Hàm lượng (g/l)	pH	Điện thế (V)	Nhiệt độ (°C)	Mật độ dòng điện (A/dm ²)	Thời gian (phút)		
Muối Selen	Na ₂ SeO ₃	5	2	8	20	0,5–0,8	8	Grafit	Màu vàng đỏ nhạt
	H ₂ SO ₄	10							
	Na ₂ SeO ₃	5	1,1	15				Grafit	Màu vàng kim
	Al ₂ (SO ₄) ₃ H ₂ SO ₄	20 thích hợp							
Muối niken Coban	NiSO ₄ ·7H ₂ O	50	4,2	8–15	20	0,1–1	1–15	Grafit	màu vàng → Màu đen
	CoSO ₄	50							
	H ₃ BO ₃	40							
	C ₇ H ₄ O ₆ S	10							

b) Duy trì công nghệ

(a) Độ dày lớp màng oxy hóa nhuộm màu phải đạt trên 8 – 10µm, độ dày lớp màng oxy hóa nhôm có hình dáng phải đạt trên 10–15 µm.

(b) Chi tiết sau khi oxy hóa xong cần phải rửa sạch. (Không được để lâu trong bể rửa) cho vào thùng nhuộm không được để lâu trong không khí quá 30 phút, tốt nhất trong 1–2 phút đầu, không có điện, sau đó nâng dần điện áp đến phạm vi quy định trong khoảng 1 phút.

Để đảm bảo được màu sắc, các bước thao tác phải giống nhau, tốt nhất có thiết bị tự động. Để được màu sắc khác nhau, có thể cố định thời gian nhuộm màu, thay đổi điện thế nhuộm màu hoặc cố định điện thế nhuộm màu thay đổi thời gian nhuộm. Nhuộm màu xong, ngắt dòng điện, lấy sản phẩm, rửa sạch, bọt lỗ trong nước trao đổi ion, nhiệt độ 95 – 100°C, thời gian 20 – 30 phút.

(c) Giá treo oxy hóa và nhuộm màu giống như nguyên liệu nhôm cần nhuộm, chỗ không dẫn điện cần cách điện. Không dùng titan làm giá treo, nếu không chỗ tiếp xúc không nhuộm màu được. Giá treo phải đảm bảo tiếp xúc tốt và chắc chắn, không bị sai lệch trên đường di chuyển.

(d) Nguyên liệu làm cực là graphit, than, cũng có thể dùng kim loại không hòa tan (thép không gỉ, titan v.v...), cũng có thể dùng kim loại hòa tan (như dung dịch muối thiếc dùng cực thiếc, dung dịch muối niken dùng cực niken). Tỷ lệ diện tích điện cực và sản phẩm là $\frac{1}{2}$:1, 1:1, 1:2.

(đ) Tốt nhất lọc liên tục dung dịch và khuấy đều, nếu điều kiện không cho phép, lọc định kỳ.

e) Trên dây chuyền tự động, để được đồng màu trong thời gian nhất định, phải đảm bảo nhiệt độ dung dịch nhuộm màu không đổi (tốt nhất 15 – 25°C). Nếu màu nhạt, có thể tăng thời gian nhuộm màu. Nếu màu đậm, ngắt điện, để trong bể một thời gian, màu sẽ nhạt đi.

i) Vấn đề quan trọng nhất của nhuộm màu điện phân là màu sắc không đồng đều và sự thay đổi của dung dịch. Nguyên nhân làm cho màu không đồng đều có nhiều, thí dụ thành phần nguyên liệu, trạng thái bề mặt, cách treo, độ dày lớp màng không đều, rửa v.v... Trong đó quan trọng nhất sự tiếp xúc giữa giá treo và chi tiết có tốt hay không. Nguyên nhân gây ra sự thay đổi dung dịch có nhiều, nhưng nguyên nhân quan trọng nhất là sự thủy phân của muối, cho chất ổn định có thể tránh được sự thủy phân của muối.

XI – XỬ LÝ BỊT LỖ BẰNG MÀNG OXY HÓA

Để tăng cường tính năng chống gỉ, cách điện, chịu mài mòn v.v... của màng oxy hóa, sau khi nhuộm màu đều phải xử lý bịt lỗ. Có nhiều phương pháp xử lý bịt lỗ, màng oxy hóa, không nhuộm màu bịt lỗ bằng nước nóng, hơi nước, muối bị Cromat, chất hữu cơ v.v... màng oxy hóa nhuộm màu bịt lỗ bằng nước nóng, hơi muối, muối vô cơ và chất hữu cơ.

1. Bịt lỗ bằng nước nóng

Nước để bịt lỗ là nước cất, nước qua trao đổi ion, bởi vì nước thường có Ca^{++} , Mg^{++} độ cứng cao, khi bịt lỗ, những ion này kết tủa trong màng, làm giảm độ trong suốt của màng. Những ion Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} v.v... làm giảm độ bền chống gỉ màng oxy hóa. Vì vậy những ion này đều có hại khi bịt lỗ. Khi bịt lỗ bằng nước nóng, dùng CH_3COOH điều chỉnh pH = 5,5 + 6,5, nhiệt độ 80 – 100°C, thời gian 15 – 30 phút. Phương pháp bịt lỗ này chỉ thích hợp với màng oxy hóa thông thường, hiệu quả bịt lỗ nhuộm màu điện hóa không tốt.

2. Bịt lỗ bằng muối Cromat

Bịt lỗ bằng muối Cromat là bịt lỗ màng oxy hóa thông thường, sau khi bịt lỗ màng có màu vàng. Phương pháp này có tác dụng bịt lỗ và điện dầy. Chế độ công nghệ xem bảng 21.19.

Bảng 21.19. Chế độ công nghệ bịt lỗ bằng muối Cromat

Hàm lượng (g/l)	Pha chế	
	1	2
Thành phần và chế độ		
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	40–70	
K_2CrO_4		50
Nhiệt độ (°C)	80–95	80
Thời gian (phút)	10–20	20

Trước khi bịt lỗ cần phải rửa sạch, nếu không dung dịch H_2SO_4 lẫn vào dung dịch bịt lỗ. Khi hàm lượng SO_4^{2-} dung dịch bịt lỗ vượt quá 0,2 g/l, màu sau khi bịt lỗ nhạt, có điểm trắng ảnh hưởng đến độ trong suốt màng. Nếu hàm lượng SO_4^{2-} quá nhiều có thể khử đi bằng BaCO_3 hoặc $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

3. Bịt lỗ bằng hơi nước

Bịt lỗ bằng hơi nước tốt hơn bịt lỗ bằng nước nóng, nhưng giá thành cao. Bịt lỗ bằng hơi nước dùng để bịt lỗ màng oxy hóa trang sức. Nếu sản phẩm nhuộm bịt lỗ bằng hơi nước có thể khắc phục được hiện tượng có vết màu. Chế độ công nghệ như sau:

Áp suất: 0,098 – 0,294 MPa

Thời gian: 20 – 30 phút.

4. Bịt lỗ bằng muối kim loại

Bịt lỗ bằng muối kim loại tiến hành khi màng oxy hóa nhôm được lần lượt đưa vào hai dung dịch có muối kim loại, phương pháp này nâng cao hiệu quả bịt lỗ của màng, nâng cao độ bền chống gỉ, chế độ công nghệ xem bảng 21.20.

Bảng 21.20. Chế độ công nghệ bọt lỗ màng oxy hóa nhôm bằng muối kim loại

STT	Pha chế dung dịch*		Chế độ làm việc		
	Thành phần	Hàm lượng (g/l)	pH	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (phút)
1	I NISO ₄ 7H ₂ O	50		80	15
	II K ₂ CrO ₄	5		80	10
2	I Co(CH ₃ COO) ₂	12,5	6,2	49	10
	II N(C ₂ H ₄ OH) ₃	5-10 ml/l			
	III NaCr ₂ O ₇ 2H ₂ O	50		82	3

5. Bọt lỗ bằng muối thủy phân

Bọt lỗ bằng muối thủy phân dùng để bọt lỗ sau khi nhuộm màu màng oxy hóa bảo vệ trang sức, muối này bị hấp phụ trong màng oxy hóa, bị thủy phân tạo thành kết tủa hydroxyt trong lỗ xốp màng, nó không màu, vì thế không ảnh hưởng màu sắc màng, nó còn có thể tạo phức với chất nhuộm hữu cơ làm tăng tính ổn định, độ bền màu chất nhuộm. Chế độ công nghệ xem bảng 21.21.

Bảng 21.21. Chế độ công nghệ bọt lỗ màng oxy hóa bằng muối thủy phân

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế					
	1	2	3	4	5	6
NISO ₄ 7H ₂ O	4-5		4,2	3-5		
CoSO ₄ 7H ₂ O	0,5-0,8		0,7			
Ni(CH ₃ COO) ₂		5-5,8				4-5
Co(CH ₃ COO) ₂		1	5,3		0,1	
CH ₃ COONa 3H ₂ O	4-6		4,8	3-5	5,5	
H ₃ BO ₃	4-5	8-8,4		1-3	3,5	
H ₂ SO ₄						0,7-2
pH	4-6	5-6	4,5-5	5-6	4,5-5,5	5,5-6
Nhiệt độ (°C)	80-85	70-90	80-85	70-90	80-85	93-100
Thời gian (phút)	10-20	15-20	15-20	10-15	10-15	20

6. Bọt lỗ ở nhiệt độ thường

Khuyết điểm chủ yếu bọt lỗ nóng là tiêu hao năng lượng, thời gian bọt lỗ dài, màng oxy hóa dài có mù xương, độ cứng giảm đi. Bọt lỗ ở nhiệt độ thường có dung dịch thành phần chủ yếu là NiF₂. Chế độ công nghệ xem bảng 21.22.

Bảng 21.22. Bịt lỗ ở nhiệt độ thường

Thành phần và điều kiện	Hàm lượng (g/l)
$\text{Ni}^{+2} + \text{Co}^{+2}$	2
F^- (có hiệu quả)	> 0,5
NH_4^+	< 4
Al^{+3}	< 4
Chất hoạt động bề mặt	Thích hợp
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	30
Thời gian (phút)	1

Chú ý: (1) Dung dịch gồm có NH_4F , NiF_2 , CoSO_4 và nước cất.

(2) Khi độ dày màng 15 μm , cho Co^{+2} 0,1 g/l khi độ dày 25 μm cho Co^{+2} 0,25 g/l.

(3) F^- (có hiệu quả) = F^- (tự do) + 0,2F (phức)

7. Bịt lỗ bằng chất hữu cơ

Theo yêu cầu sử dụng mà có thể bịt lỗ bằng chất hữu cơ, thí dụ như sơn trong suốt, paraffin nóng chảy, nhựa hoặc dầu khô v.v... Bịt lỗ bằng chất hữu cơ nâng cao tính bảo vệ, nâng cao độ mài mòn và cách điện của màng.

Chương 22

PHỐT PHÁT HÓA SẮT THÉP

I. KHÁI NIỆM

Chi tiết sắt thép xử lý hóa học trong dung dịch muối photphat có mangan, sắt, kẽm, tạo nên trên bề mặt lớp màng bảo vệ muối photphat khó tan trong nước, quá trình xử lý hóa học như vậy gọi là photphat hóa.

Màng photphat có màu tro hoặc màu đen, màng có nhiều lỗ, sau khi xử lý bị lỗ, ngâm dầu hoặc sơn có tính bền chống gỉ cao trong điều kiện khí quyển. Màng có năng lực hấp phụ tốt, nên được dùng rộng rãi để làm lớp lót của sơn; Màng có tính bôi trơn tốt, thường dùng để làm lớp bôi trơn cho dập nguội, giảm ma sát, tránh và làm giảm sây sát hoặc vết nứt trên bề mặt, kéo dài tuổi thọ của khuôn, màng còn có tính cách điện tốt, để làm lớp cách điện cho những tấm tôn Silic.

Sau khi photphat hóa, kích thước chi tiết thay đổi ít, bởi vì trong quá trình photphat, cùng với sự hoà tan của sắt, tạo thành màng photphat có độ dày 5 - 12 μm .

Những chi tiết có hình dáng phức tạp như đường ống, bình khí v.v... qua photphat hóa được lớp màng bảo vệ tốt. Ngoài ra thiết bị photphat hóa đơn giản, thao tác dễ dàng, giá thành thấp, hiệu suất cao, cho nên được áp dụng rộng rãi để chống gỉ cho sắt thép. Photphat hóa được áp dụng trong công nghiệp ô tô, tàu thủy, cơ khí hàng không, vũ khí v.v...

Căn cứ thành phần chủ yếu dung dịch photphat hóa và chủng loại ion tạo màng mà phân thành các hệ kẽm, hệ mangan và hệ sắt v.v... Phân loại tính năng và công dụng màng photphat xem bảng 22.1.

Bảng 22.1. Phân loại, tính chất và công dụng màng photphat

Phân loại	Thành phần chủ yếu dung dịch photphat	Thành phần chủ yếu lớp màng	Bề ngoài lớp màng	Chất lượng màng trên đơn vị diện tích (g/m^2)	Thời gian chống gỉ màng (giờ)	Công dụng
Hệ kẽm	Zn ²⁺ PO ₄ ²⁻	Kẽm photphat Sắt kẽm photphat	Kết tinh tro nhạt đến tro đậm	1 - 40	2	Chịu ăn mòn, tăng độ bám dính với sơn, bôi trơn gia công nguội, cách điện giảm ma sát.
	Zn ²⁺ Ca ²⁺ PO ₄ ²⁻	Kẽm, Canxi photphat và sắt kẽm photphat	Kết tinh mịn tro nhạt đến tro đậm	1 - 15	2	Chịu ăn mòn, tăng độ bám dính với sơn
	Zn ²⁺ Mn ²⁺ PO ₄ ²⁻	Muối sắt Mangan kẽm Photphat	Kết tinh tro nhạt đến tro đậm	1 - 40	2	
Hệ Mangan	Mn ²⁺ PO ₄ ²⁻	Muối sắt Mangan photphat	Kết tinh tro đến tro đậm	1 - 40	1,5	Giảm ma sát, chịu ăn mòn tăng độ bám dính với sơn.
Hệ sắt	Fe ²⁺ PO ₄ ²⁻	Sắt photphat	Kết tinh tro đậm	5 - 20	1,5	Chịu ăn mòn, tăng độ bám dính với sơn

Công nghệ photphát hóa tiến hành ở các nhiệt độ khác nhau: nhiệt độ cao, nhiệt độ trung bình và nhiệt độ thường. Kỹ thuật photphát hóa ngày càng phát triển do yêu cầu cao của kỹ thuật, thí dụ như độ bền chống gỉ tốt, độ bám chắc tốt, tính trạng sức cao của xe ô tô. Kỹ thuật mới yêu cầu lớp màng photphát phải mịn, photphát ở nhiệt độ cao, trung bình, chuyển thành nhiệt độ thấp, photphát ở nồng độ cao chuyển thành nồng độ thấp, đồng thời xử dụng công nghệ xử lý tổng hợp oxy hóa, photphát hóa.

II- PHOTPHÁT HÓA Ở NHIỆT ĐỘ CAO, TRUNG BÌNH VÀ THƯỜNG

1. Đặc điểm công nghệ

Công nghệ photphát hóa tiến hành ở các nhiệt độ khác nhau, nhiệt độ cao, trung bình và thường.

Photphát hóa tiến hành ở nhiệt độ $90 - 98^{\circ}\text{C}$, thời gian xử lý 10 - 20 phút. Ưu điểm của nó là độ bền chống gỉ, độ bám chắc, độ cứng và chịu nhiệt đều tốt, tốc độ photphát hóa nhanh. Khuyết điểm là làm việc ở nhiệt độ cao, bay hơi lớn, thành phần thay đổi nhanh, màng photphát dễ lẫn tạp chất kết tủa, kết tinh không đều, tiêu hao năng lượng lớn.

Photphát hóa tiến hành ở nhiệt độ $50 - 70^{\circ}\text{C}$, thời gian xử lý 10 - 15 phút. Ưu điểm của nó là độ bền chống gỉ tương đương với màng photphát ở nhiệt độ cao, dung dịch ổn định, tốc độ photphát hóa nhanh, năng suất cao. Khuyết điểm là thành phần tương đối phức tạp.

Photphát hóa ở nhiệt độ thường $15 - 35^{\circ}\text{C}$, thời gian xử lý 20 - 60 phút. Ưu điểm của nó là không cần gia nhiệt, tiết kiệm điện năng, giá thành thấp, dung dịch ổn định. Khuyết điểm là độ bền chống gỉ không cao bằng photphát ở nhiệt độ cao, trung bình, chịu nhiệt kém. Thời gian xử lý dài, năng suất không cao.

2. Chế độ công nghệ

Chế độ công nghệ photphát hóa ở nhiệt độ cao, trung bình và thường xem bảng 22.2, 22.3, 22.4.

Bảng 22.2. Chế độ công nghệ photphát hóa ở nhiệt độ cao

<div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg);"> Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ </div>	1	2	3	4	5	6
$x\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot y\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	30 - 35	30 - 40		25 - 30		
H_3PO_4					0,98-2,74	
$\text{Zn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$			30 - 40			28 - 36
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$					7 - 9	
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	55 - 65		55 - 65		1,5 - 18	42 - 58
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$					11 - 15	
$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$		15 - 25				
HNO_3				2 - 5		
MnCO_3						9,5-13,5
ZnCl_2					3,5 - 4,5	

<div> <div></div> <div>Pha chế</div> </div> <div> <div>Hàm lượng (g/l)</div> <div>Thành phần và chế độ</div> </div>	1	2	3	4	5	6
Độ Axít tự do ⁽¹⁾	5 – 8	3,5 – 5	6 – 9	2 – 4	1 – 2,8	5 – 6
Độ Axít tổng	40 – 60	36 – 50	40 – 58	28 – 35	20 – 28	60 – 80
Nhiệt độ (°C)	90 – 98	94 – 98	88 – 95	97 – 99	85 – 95	92 – 98
Thời gian (phút)	15 – 20	15 – 20	8 – 15	25 – 30	6 – 9	10 – 15

(1) Độ axít của dung dịch photphát hóa là số ml NaOH tiêu hóa, khi dùng dung dịch NaOH 0,1 mol để chuẩn 10ml dung dịch photphát hóa. Khi dùng chất chỉ thị là phenol flalein số ml dung dịch NaOH 0,1 mol cần dùng gọi là độ Axít tổng dung dịch photphát hóa. Khi dùng chất chỉ thị là Metyl da cam, số ml dung dịch NaOH 0,1 mol cần dùng gọi là độ Axít tự do dung dịch photphát.

Bảng 22.3. Chế độ công nghệ photphát hóa ở nhiệt độ trung bình

<div> <div></div> <div>Pha chế</div> </div> <div> <div>Hàm lượng (g/l)</div> <div>Thành phần và chế độ</div> </div>	1	2	3	4	5	6
$x\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot y\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	30 – 40	30 – 45		30 – 40	40	
$\text{Zn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$			30 – 40			
H_3PO_4						41 – 45
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	70 – 100	80 – 100	90 – 100	80 – 100	120	
$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	25 – 40				50	
HNO_3						23 – 25
NaNO_2				1 – 2		
ZnO						27 – 30
$(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$						4 – 5
$\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_8\text{N}_2$					1 – 2	
Độ Axít tự do	5 – 8	5 – 7	5,7,5	4 – 7	3 – 7	5 – 7
Độ Axít tổng	100 – 60	50 – 80	60 – 80	60 – 80	90 – 120	70 – 90
Nhiệt độ (°C)	60 – 70	50 – 70	60 – 70	50 – 70	55 – 65	35 – 50
Thời gian (phút)	7 – 15	15 – 20	10 – 15	10 – 15	20	10 – 20

Chú ý: Dung dịch 5 màng photphát dày 20µm, sau khi photphát xong, không cần thụ động.

Bảng 22.4. Cho độ phốtphát hóa ở nhiệt độ thường.

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3	4
$x(\text{FeH}_2\text{PO}_4)_2 \cdot y\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	30 – 40			
$\text{Zn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$			60 – 70	50 – 70
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	140 – 160	50 – 100	60 – 80	80 – 100
NaF	3 – 5	3 – 4,5	3 – 4,5	
ZnO		4 – 8	4 – 8	
NaNO_2				0,2 – 1
Độ Axít tự do	3,5 – 6	3 – 4	3 – 4	4 – 6
Độ Axít tổng	85 – 100	50 – 90	70 – 90	75 – 95
Nhiệt độ (°C)	thường	thường	thường	thường
Thời gian (phút)	40 – 60	30 – 45	30 – 45	20 – 40

Dung dịch phốtphát hóa pha chế có rất nhiều loại, nhưng thành phần cơ bản đều có những loại hóa chất sau đây:

(1) H_3PO_4 tự do: dùng để duy trì độ Axít của dung dịch phốtphát hóa

(2) Muối $\text{Me}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$: Me là đại biểu ion kim loại hóa trị hai như Zn, Mn, Ca, Fe v.v..., chúng là chất tạo màng chủ yếu.

(3) **Chất xúc tác**: Ngoài phốtphát hóa ở nhiệt độ cao, nhiều dung dịch phốtphát hóa đều có chất xúc tác, làm tăng tốc độ phốtphát hóa, cải thiện chất lượng màng phốtphát.

Chất xúc tác thường là:

– Chất oxy hóa thường dùng như muối Nitrat, muối axít Clo, oxy già v.v..., chất xúc tác làm giảm thời gian phốtphát hóa, để phòng muối sắt kết tủa trong dung dịch.

– Chất khử thường dùng như NaNO_2 .

Chất khử H_2 và Fe^{+2} , tăng nhanh tốc độ phản ứng, nâng cao tốc độ phốtphát hóa, là chất quan trọng nhất trong dung dịch phốtphát hóa ở nhiệt độ thường.

– Muối kim loại so với sắt có điện thế dương như muối niken, muối đồng v.v..., ion niken là chất hoạt hóa, cho vào dung dịch, làm cho màng phốtphát kết tinh mịn, nâng cao độ bền chống gỉ.

– Những chất hữu cơ, thí dụ như axít hữu cơ, hợp chất có gốc Nitơ, axít citric, $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ v.v... có thể tạo phức với sắt tạo nên điểm kết tinh, làm giảm tạo mùn.

– NaF là chất xúc tác đặc biệt, khi cho vào có tác dụng làm ổn định độ pH, nâng cao tốc độ phốtphát.

3. Pha chế dung dịch

Cho nước cất hoặc nước trao đổi ion vào 2/3 thể tích bể. Sau đó cho các chất đã hoà tan riêng biệt vào bể, để tăng nhanh sự hoà tan, cần gia nhiệt dung dịch 40 – 50°C. Nếu pha chế bằng ZnO, cho nước vào ZnO khuấy thành dạng hồ, vừa khuấy vừa cho vào HNO_3 , sau đó vừa khuấy vừa cho dần dần H_3PO_4 . Sau khi toàn bộ các hóa chất hoà tan, cho nước đến mức quy định, khuấy đều.

Trước khi làm việc dung dịch mới pha cần đun sôi $0,5 \rightarrow 1$ giờ, cho vào phoi sắt đã tẩy sạch dầu và axit, để tạo ion Fe^{+2} trong dung dịch, tiến hành tẩy axit, rửa nước, photphát hóa nhiều lần phoi sắt đến khi dung dịch photphát có màu nâu xanh lục hoặc màu vàng nâu ổn định (xử lý ở nhiệt độ thường mất 1 – 2 ngày). Phân tích, điều chỉnh, đưa vào sản xuất.

4. Duy trì công nghệ

(1) Khi pha chế dung dịch photphát hoặc cho thêm nước, cần cho nước cất và nước trao đổi ion. Trong quá trình photphát hóa không để các tạp chất có hại rơi vào như Cl^- , SO_4^{2-} v.v... Hàm lượng Cl^- , SO_4^{2-} không vượt quá 0,5 g/l, nếu hàm lượng quá cao, màng photphát có nhiều lỗ, có màu trắng do độ bền chống gỉ giảm. Khử SO_4^{2-} bằng cách cho $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ (1g SO_4^{2-} cần 2,72g $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$), khử Cl^- bằng cách cho AgNO_3 , sau đó dùng phoi sắt để khử Ag^+ còn dư.

(2) Khi photphát ở nhiệt độ cao, tránh để dung dịch photphát ở trạng thái sôi.

(3) Điều chỉnh độ axit dung dịch photphát.

a) Độ axit tự do chính là H_3PO_4 tự do, nó làm cho sắt hoà tan, hình thành nhiều mầm tinh thể, màng mịn.

Nếu độ axit tự do thấp, màng photphát mỏng, có khi không tạo màng. Lúc này có thể cho thêm muối $x\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ $y\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ hoặc $\text{Zn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$. Nếu độ axit quá cao, phản ứng chậm, màng thô có nhiều lỗ, Fe^{+2} dễ cao, kết tủa nhiều. Cho ZnO làm giảm độ axit tự do.

b) Độ axit tổng chỉ tổng độ Axit, muối Nitrat, muối photphát; độ axit tổng ở giới hạn trên trong phạm vi quy định, có lợi làm tăng phản ứng photphát, màng kết tinh mịn. Độ axit tổng quá cao, màng rất mỏng, độ bền chống gỉ giảm thấp. Làm giảm độ axit tổng, dùng nước pha loãng. Độ axit tổng quá thấp, photphát hóa chậm, màng dày, thô. Cho $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ hoặc $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ nâng cao độ axit tổng. Khi cho 5 – 10 g/l $x\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ $y\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, độ axit tự do tăng lên 1, đồng thời độ axit tổng tăng lên 5, cho 20 – 22 g/l $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ hoặc 40 – 45 g/l $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$, độ axit tổng tăng lên 10.

(4) Điều chỉnh các thành phần dung dịch photphát: Khi hàm lượng Mn^{+2} , Zn^{+2} , P_2O_5 thấp, cho thêm $x\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ $y\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ hoặc $\text{Zn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$. Khi hàm lượng Mn^{+2} , Zn^{+2} và NO_3^{2-} thấp, cho thêm $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ và $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$.

(5) Ảnh hưởng tính chất vật liệu: Tính chất vật liệu ảnh hưởng rõ rệt tới màng photphát hóa. Thép hợp kim thấp, thép cacbon cao, trung bình dễ dàng photphát hóa, màu sắc màng đậm và dày, nhưng kết tinh thô. Thép các bon thấp màng photphát có màu nhạt, kết tinh mịn. Thép đúc chưa tôi, màng kết tinh thô, thép đúc qua tôi, màng kết tinh mịn. Màng photphát có sự khác nhau lớn khi hàm lượng hợp chất các bon phân bố không đều. Vì vậy nguyên liệu khác nhau, chọn chế độ công nghệ khác nhau mới được kết quả tốt.

(6) Ảnh hưởng gia công bề mặt: Phương pháp gia công bề mặt khác nhau ảnh hưởng rất lớn đến việc tạo màng photphát, chi tiết tẩy trong dung môi hữu cơ, màng photphát có kết tinh mịn, thoát H_2 ít, quá trình photphát khóa nhanh. Những chi tiết qua phun cát nhưng không tẩy rửa Axit, chất lượng màng tốt, kết tinh mịn, chống gỉ tốt. Những chi tiết qua tẩy dầu hóa học màng photphát khác nhau theo tính chất kiềm dung dịch tẩy, tẩy trong dung dịch kiềm mạnh, màng kết tinh thô, thời gian photphát dài, những chi tiết qua tẩy axit mạnh, màng photphát chịu ảnh hưởng rõ rệt, màng kết tinh thô, kim loại nền ăn mòn mạnh, thoát hydro nhiều. Tùy theo chủng loại Axit, nồng độ, thời gian tẩy mà ảnh hưởng tới màng photphát khác nhau. Vì thế trước khi photphát hóa, cần căn cứ vào đặc điểm màng, tình trạng bề mặt mà chọn phương pháp xử lý thích hợp.

Bề mặt gia công nguội có độ cứng, trước khi phốtphát cần phải tẩy axit mạnh để hoạt hóa bề mặt, nếu không màng không đều, chống gỉ kém. Nhưng tẩy trong Axit mạnh, thời gian cần rút ngắn, nhưng cần chú ý, trong dung dịch tẩy không cho chất làm chậm, nếu không chất đó sẽ hấp phụ trên bề mặt, kìm hãm phản ứng tạo màng. Trong dung dịch tẩy không có Asen, vì Asen làm giảm hiệu quả tẩy.

Trước khi phốtphát hóa, chi tiết sau khi tẩy, có thể tiến hành nhúng trong dung dịch titan phốtphát dạng keo để nâng cao độ kín khít, độ bền chống gỉ. Đặc biệt khi phốtphát hóa ở nhiệt độ thường, phốtphát nhanh, màng mỏng càng cần công nghệ này.

(7) Ảnh hưởng của một số ít ion và tạp chất.

a) Zn^{+2} có thể nâng cao tốc độ phốtphát, làm cho màng mịn, dung dịch phốtphát có kẽm có thể làm việc trong khoảng rộng. Dung dịch phốtphát chỉ có muối mangan ở nhiệt độ trung bình hoặc nhiệt độ thường, không thể kết tinh tạo màng phốtphát. Hàm lượng ion kẽm thấp, màng phốtphát thô, tối. Hàm lượng ion kẽm quá cao (đặc biệt khi Fe^{+2} , P_2O_5 cao), màng kết tinh thô, giòn.

b) Mn^{+2} có thể nâng cao độ cứng, độ bám chắc, độ bền chống gỉ, màng phốtphát, màu sắc đậm, kết tinh đồng đều. Nhưng khi làm việc ở nhiệt độ trung bình và thường, hàm lượng ion Mn^{+2} cao, màng khó sinh ra, dung dịch phốtphát ở nhiệt độ trung bình Zn^{+2} : $Mn^{+2} = 1.5 \sim 2:1$ là thích hợp.

c) Fe^{+2} không ổn định khi làm việc ở nhiệt độ cao, dễ oxy hóa thành Fe^{+3} chuyển thành sắt phốtphát kết tủa làm cho dung dịch phốtphát đục, độ axit tự do cao. Như vậy phải điều chỉnh, lắng trong dung dịch mới làm việc được. Trong dung dịch phốtphát ở nhiệt độ thường và trung bình phải đảm bảo có hàm lượng Fe^{+2} nhất định, làm tăng độ dày màng phốtphát, tính năng cơ khí và khả năng bảo vệ, phạm vi làm việc rộng. Nhưng ion Fe^{+2} dễ oxy hóa thành Fe^{+3} tạo thành kết tủa, khi tạo thành sắt phốtphát (dung dịch màu trắng sữa), chất lượng màng rất xấu, không thể kết tinh tạo màng. Điều kiện để Fe^{+2} tương đối ổn định là: dung dịch không vượt quá $70^{\circ}C$, hàm lượng gốc Nitrat tương đối cao, và có hàm lượng Mangan nhất định. Khi hàm lượng ion Fe^{+2} quá cao, màng kết tinh thô, bề mặt có màu trắng xốp, độ bền chống gỉ giảm, chịu nhiệt kém. Khi làm việc ở nhiệt độ trung bình, ion Fe^{+2} khống chế trong phạm vi $1 - 3,5$ g/l ở nhiệt độ thường ion Fe^{+2} trong phạm vi $0,5 - 2$ g/l.

Nếu ion Fe^{+2} quá nhiều, có thể khử đi bằng H_2O_2 , để làm giảm 1g ion Fe^{+2} cần 1 ml H_2O_2 30% và 0,5 g ZnO.

d) NO_3^- làm tăng tốc độ phốtphát hóa, nâng cao độ kín khít lớp màng. Trong điều kiện thích hợp gốc Nitrat tác dụng với sắt tạo thành lượng nhỏ NO làm cho ion Fe^{+2} ổn định. Khi hàm lượng gốc NO_3^- quá cao, làm việc ở nhiệt độ cao màng mỏng, làm việc ở nhiệt độ trung bình, ion Fe^{+2} tích lũy nhiều, làm việc ở nhiệt độ thường màng phốtphát có vết gỉ vàng.

đ) F^- là chất hoạt hóa tốt, nó làm tăng sự hình thành hạt nhân kết tinh, độ hạt mịn, chống gỉ tốt. Khi làm việc ở nhiệt độ thường, ion F^- rất cần thiết. Khi hợp chất Flo cao, làm việc ở nhiệt độ trung bình bề mặt dễ sinh ra điểm trắng xốp, làm việc ở nhiệt độ thường, tuổi thọ dung dịch giảm.

Dung dịch phốtphát ở nhiệt độ trung bình mỗi ca cần bổ xung NaF không quá 0,5 g/l, dung dịch phốtphát ở nhiệt độ thường bổ xung hợp chất Flo không quá 1 g/l.

e) NO_2^- ở nhiệt độ thường làm tăng tốc độ màng phốtphát, giảm lỗ xốp, kết tinh mịn, nâng cao độ bền chống gỉ. Nếu hàm lượng cao quá, màng dễ sinh ra điểm trắng.

f) P_2O_5 làm tăng tốc độ tạo màng, làm cho lớp màng mịn. P_2O_5 lấy từ muối gốc $H_2PO_4^{2-}$, khi hàm lượng thấp, độ mịn của màng và độ chống gỉ kém, có khi không tạo màng phốtphát. Khi hàm lượng cao, kết tinh không đều, độ bám chắc giảm, bề mặt sinh ra điểm trắng.

5. Xử lý sau khi phốtphát hóa

Để nâng cao độ bền chống gỉ màng, sau khi phốtphát hóa cần phải lắp lỗ và điện đầy. Công nghệ điện đầy xem bảng 22.5, công nghệ lắp bờ xem bảng 22.6.

Bảng 22.5. Công nghệ điện đầy màng phốtphát hóa.

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3	4	5	6
$K_2Cr_2O_7$	30 – 50	60 – 100				
CrO_3				1 – 3		
Na_2CO_3	2 – 4					80 – 100
Xà phòng			30 – 50			
$N(CH_2CH_2OH)_3$					8 – 9	
$NaNO_2$					3 – 5	50 – 70
Nhiệt độ (°C)	80 – 95	85 – 95	80 – 95	70 – 90	thường	
Thời gian (phút)	5 – 15	3 – 10	3 – 5	3 – 5	5 – 10	3 – 5

Chú ý: Pha chế 6 dùng để điện đầy màng phốtphát bởi trơn dập nguội.

Bảng 22.6. Công nghệ lắp lỗ màng phốtphát.

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3
Sơn phenol focmandêhyt hoặc sơn ankyd	10 – 20		
Dung môi hoặc xăng (%)	80 – 90		
parapin (g)		200 – 300	
Xăng (lit)		8 – 10	
Dầu (lit)		1	
Dàn máy hoặc dầu biến thế (%)			100
Nhiệt độ (°C)	thường	30 – 40	105 – 115
Thời gian	vài giây	vài giây	5 – 10 phút

III. PHƯƠNG PHÁP PHỐT PHÁT HÓA KHÁC

1. Phương pháp phốtphát hóa tổng hợp

(1) **Đặc điểm công nghệ:** Phương pháp phốtphát hóa tổng hợp bao gồm các công nghệ tẩy dầu, tẩy gỉ, phốtphát hóa, thụ động hóa trong cùng một bể phốtphát. Xử dụng công nghệ này làm giảm quy trình, giảm thiết bị, diện tích, rút ngắn công đoạn, nâng cao năng suất lao động, giảm giá thành, cải thiện điều kiện lao động, có lợi cho việc cơ khí hóa, tự động hóa. Màng phốtphát thu được kết tinh mịn, có khả năng chống gỉ nhất định, thích hợp là lớp nền cho sơn.

(2) Chế độ công nghệ: xem bảng 22.7.

Bảng 22.7. Chế độ công nghệ photphát tổng hợp.

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế			
	1	2	3	4
H_3PO_4	50 – 65		100	10 ml/l
$Zn(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$		30 – 40		
ZnO	12 – 18		30	
$Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	180 – 210	80 – 100	160	40 – 50
$Mn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$				9 – 10
$C_4H_6O_6$	5	5	5	4
$Cr(H_2PO_4)_3$	0,3 – 0,4	0,4 – 0,5		0,3 – 0,4
$MgCl_2$			3	
$TiO_2 \cdot SO_4$	0,1 – 0,3			0,1
Chất hoạt động bề mặt AS	15 – 20 ml/l	15 – 20 ml/l	20 – 30 ml/l	
Chất làm nhũ hóa OP	10 – 15 ml/l			12 ml/l
$(NH_4)_2MoO_4$			1	
$K_2Cr_2O_7$			0,3	
HNO_3			2 ml/l	
Độ Axit tự do	10 – 15	18 – 25	18 – 25	2
Độ Axit tổng	130 – 150	75 – 100	180 – 220	25
Nhiệt độ (°C)	55 – 65	58 – 65	60 – 65	≤ 85
Thời gian (phút)		5 – 6	5 – 15	

(3) Pha chế dung dịch

Cho H_3PO_4 vào bể, cho nước vào ZnO khuấy thành hồ đặc, vừa khuấy, vừa cho vào bể, cho đến khi hoà tan. Sau đó cho $ZnNO_3$, $C_4H_6O_6$, cho nước cất đến 2/3 thể tích bể. Cho chất hoạt động bề mặt, chất nhũ hóa, khuấy đều hòa tan. Cho $Cr(H_2PO_4)_3$ (có thể thay thế bằng $Cr_2(SO_4)_3$) bằng cách hoà tan $Cr(H_2PO_4)_3$ trong H_3PO_4 loãng, sau đó cho $(TiO_2)SO_4$, cho nước đến mức quy định. Để nguội, xử lý bằng phôi sắt (cũng có thể theo tỷ lệ 1 dm²/lít cho vào tấm sắt, ngâm 2 – 3 đêm). Phân tích, nếu $Fe^{+2} = 7$ g/l, điều chỉnh độ Axit, sau đó sử dụng.

(4) Duy trì công nghệ

a) Chế độ công nghệ photphát tổng hợp chỉ thích hợp cho các chi tiết có dầu ít, gỉ nhẹ, nếu chi tiết có dầu nhiều, gỉ nặng cần phải tẩy dầu, tẩy gỉ.

b) Dung dịch photphát hóa cần có ion Fe^{+2} nhất định, nếu ion Fe^{+2} không đủ, dung dịch sinh ra kết tủa. Khi hàm lượng Fe^{+2} đủ, tốc độ photphát hóa nhanh, kết tinh mịn, dung dịch ổn định.

- c. Khi làm việc, tránh nhiệt độ cao, nếu nhiệt độ cao quá 70°C , gốc nitrat dễ bị phân huỷ.
- d. Những chất nổi lên bề mặt, hoặc kết tủa xuống dưới cần phải xử lý ngay, nếu không ảnh hưởng tới chất lượng màng.
- e. Dung dịch làm việc liên tục thì tốt, khi làm việc xong, không cần thay bể, để làm nguội tự nhiên. Khi bổ xung hóa chất cần phải cho vào ở dạng dung dịch.

2. Phốtphát hóa màu đen

Màng phốtphát màu đen, có kết tinh mịn, màu sắc đồng đều, có màu đen tro. Màng phốtphát màu đen giảm sự phản xạ trong máy quang học, đảm bảo độ chính xác chi tiết. Vì vậy công nghệ này dùng để bảo vệ trang sức chi tiết thép đúc chính xác.

Chế độ công nghệ xem bảng 22.8.

Bảng 22.8. Chế độ công nghệ phốtphát hóa màu đen.

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế	
	1	2
$x\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot y\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	25 – 35	55
$\text{H}_3\text{PO}_4 (1,7)$	1 – 3 ml/l	13,6
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	30 – 50	
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	15 – 25	2,5
$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$		0,57
$\text{Na}(\text{NO}_3)_2$	8 – 12	
CaO		6 – 7
Độ axit tự do	1 – 3	4,5 – 7,5
Độ axit tổng	24 – 26	58 – 84
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	85 – 95	96 – 98
Thời gian (phút)	30	Theo yêu cầu

Chú ý:

- (1) Trước khi phốtphát pha chế 1 cần phải xử lý trong dung dịch Na_2S 5 – 10 g/l, thời gian 5 – 20 giây.
- (2) Pha chế 2 phải tiến hành phốtphát 2 – 3 lần. Lần thứ nhất phốtphát thấy không có khí thoát ra, lấy ra, rửa, sau đó ngâm trong dung dịch H_2SO_4 15%, thời gian 1 phút, rửa, tiến hành phốtphát hóa lần 2 và lần 3. (dung dịch và chế độ công nghệ giống như phốtphát hóa lần 1).

Chương 23

OXY HÓA SẮT THÉP

I – KHÁI NIỆM

Oxy hóa sắt thép còn gọi là nhuộm đen, sau khi oxy hóa trên bề mặt sắt thép hình thành màng oxy hóa có tính bảo vệ. Màng tạo thành là sắt oxit (Fe_3O_4), màu sắc của màng quyết định bởi trạng thái bề mặt chi tiết, thành phần hợp kim của nguyên liệu và công nghệ xử lý, thường màng có màu đen hoặc màu xanh đen. Thép đúc và thép đặc biệt có hàm lượng silic cao có màu nâu đến màu nâu đen. Độ dày màng 0,6 – 1,5 μm , nên màng oxy hóa không ảnh hưởng đến độ chính xác của chi tiết. Độ bền, chống gỉ của màng thấp, sau khi oxy hóa cần phải xử lý để nâng cao độ bền chống gỉ và tính bôi trơn.

Màng oxy hóa thường dùng để bảo vệ trang sức những chi tiết máy, dụng cụ đo, đồng hồ, vũ khí v.v...

Phương pháp oxy hóa sắt thép gồm có: phương pháp oxy hóa tính kiềm, phương pháp oxy hóa không kiềm, phương pháp oxy hóa axit v.v... Phương pháp dùng nhiều nhất là phương pháp oxy hóa tính kiềm.

II – PHƯƠNG PHÁP OXY HÓA TÍNH KIỀM

1. Đặc điểm công nghệ

Phương pháp oxy hóa tính kiềm tiến hành trong dung dịch NaOH có chất oxy hóa, làm việc ở nhiệt độ cao. Chất oxy hóa và NaOH tác dụng với sắt thép, tạo thành Fe_3O_4 , đó là thành phần tạo màng chủ yếu.

2. Chế độ công nghệ

Chế độ công nghệ xem bảng 23.1.

Bảng 23.1. Chế độ công nghệ oxy hóa sắt thép.

<div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg);"> Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ </div>	Oxy hóa một lần				Oxy hóa hai lần			
	1	2	3	4	5		6	
					Bể 1	Bể 2	Bể 1	Bể 2
NaOH	550–650	600–700	600–700	650–700	500–600	700–800	550–650	600–700
NaNO_2	150–250	180–220	200–250	200–220	100–150	150–200		
NaNO_3		50–70		50–70			130–150	150–200
MnO_2				20–25				
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$			25–35					
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	135–145	138–150	130–135	135–145	135–140	145–152	135–145	140–150
Thời gian (phút)			15		10–20	60–90	15–20	20–30
Thời gian thép Cacbon	15–45	30–60			20–30			
Thời gian thép hợp kim	15–60	30–60			30–60			

Chú ý: Oxy hóa hai lần được màng dày, chống gỉ tốt tránh hiện tượng vật đổi.

3. Pha chế dung dịch

Cho nước đến 2/3 thể tích bể, cho NaOH vào, hoà tan hết. Vừa khuấy vừa cho NaNO_2 hoặc NaNO_3 , sau khi hoà tan hết, cho nước đến mức quy định.

Dung dịch oxy hóa mới cho vào tấm sắt đun ở nhiệt độ sôi hoặc cho 20% dung dịch cũ, để dung dịch tích lũy ion sắt. Nhuộm thử, đến khi có màng màu đen, đưa vào sản xuất.

4. Chế độ công nghệ

1) Thành phần dung dịch thay đổi khi oxy hóa có thể điều chỉnh theo kết quả phân tích, cũng có thể điều chỉnh theo kinh nghiệm qua chất lượng lớp màng oxy hóa và điểm sôi của dung dịch. Khi điểm sôi dung dịch cao, biểu thị nồng độ cao, lớp màng đỏ, cho nước làm loãng. Khi điểm sôi thấp, biểu thị nồng độ không đủ, màu sắc màng không đậm hoặc không đen, cần bổ xung hóa chất hoặc đun bay hơi nước. Lượng NaOH cho vào theo tính toán, khi nâng điểm sôi 1 lít dung dịch lên 1°C , cần cho 10 – 15 gam NaOH trong 1 lít dung dịch. Khi cho theo tỷ lệ như sau: Oxy hóa lần thứ nhất $\text{NaOH} : \text{NaNO}_2$ (tỷ lệ g/l) = 2 – 3 : 1, oxy hóa lần thứ hai (tỷ lệ $\text{NaOH} : \text{NaNO}_2$) đối với bể thứ 1 thì tỷ lệ là 2,5 – 3,5 : 1, đối với bể thứ hai thì tỷ lệ là 3,4 : 1.

2) Khi dừng sản xuất, vì nhiệt độ thấp, bề mặt dung dịch đóng cứng. Trước khi gia nhiệt, dùng que sắt chọc thủng màng cứng, cho nước đến mức quy định, khuấy đều, gia nhiệt đến nhiệt độ quy định.

3) Sau khi oxy hóa, cần lấy chi tiết rơi vào trong bể, để tránh sắt thép hoà tan, làm cho ion sắt tăng lên.

4) Trong quá trình làm việc, sẽ tích lũy gỉ sắt, ảnh hưởng đến chất lượng màng, bề mặt sinh ra đỏ, vì vậy phải định kỳ loại bỏ cặn bã, bảo đảm dung dịch sạch, loại bỏ tạp chất theo phương pháp sau:

a. Khi nhiệt độ thấp dưới 100°C , khuấy dung dịch, cứ 1 lít dung dịch cho 5 – 10 ml glicerin.

b. Gia nhiệt đến nhiệt độ sôi, trên bề mặt dung dịch nổi lên hợp chất hidroxyl sắt màu đỏ, hớt bỏ đi.

5) Màng oxy hóa có màu đỏ, hình thành lúc đầu tiên tạo màng. Khi oxy hóa lần thứ nhất, ngâm chi tiết trong thùng 10 phút, lấy ra, rửa nước nóng, xem có màu đỏ không. Nếu có màu đỏ thì tẩy lại và nhuộm lại.

6) Khi cần thay thế dung dịch, loại bỏ lớp mặt trên và kết tủa ở dưới, lấy 1 phần dung dịch lắng trong để pha dung dịch mới.

7) Nhiệt độ, thời gian oxy hóa có quan hệ với hàm lượng cacbon trong sắt thép. Chế độ công nghệ xem bảng 23.2.

Bảng 23.2. Quan hệ giữa nhiệt độ và thời gian oxy hóa với hàm lượng cacbon.

Hàm lượng Cacbon trong sắt thép (%)	Nhiệt độ oxy hóa ($^{\circ}\text{C}$)	Thời gian oxy hóa (phút)
Trên 0,7	135 – 138	15 – 20
0,4 ~ 0,7	138 – 142	20 – 24
0,1 – 0,4	140 – 145	35 – 60
Thép hợp kim	140 – 145	50 – 60
Thép cao tốc	135 – 138	30 – 40

5. Xử lý sau khi oxy hóa

Để nâng cao độ bền chống gỉ của màng, sau khi oxy hóa phải tiến hành xả phòng hóa hoặc xử lý điện đẩy. Chế độ công nghệ xem bảng 23.3.

Bảng 23.3. Chế độ công nghệ xử lý sau khi oxy hóa.

Xử lý sau	Pha chế dung dịch		Chế độ làm việc	
	Thành phần	Hàm lượng (g/l)	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (phút)
Điện đẩy	$K_2Cr_2O_7$	50 – 80	70 – 90	5 – 10
	CrO_3	2	80 – 70	0,5 – 1
	H_3PO_4	1		
Xả phòng hóa	Xả phòng	30 – 50	80 – 90	5 – 10

III – PHƯƠNG PHÁP OXY HÓA TÍNH AXÍT (Ở NHIỆT ĐỘ THƯỜNG)

1. Đặc điểm công nghệ

Oxy hóa sắt thép ở nhiệt độ thường là đề tài nghiên cứu mấy năm gần đây, so sánh với oxy hóa ở nhiệt độ cao, nó có ưu điểm là: tiết kiệm năng lượng, rút ngắn thời gian, hiệu suất lao động cao, đầu tư thiết bị ít, giảm ô nhiễm, cải thiện môi trường v.v..., nhưng cũng có nhiều tồn tại như dung dịch không ổn định, bộ bám chắc kém, chịu gỉ kém, vì vậy cần nghiên cứu để hoàn thiện.

2. Chế độ công nghệ

Thành phần dung dịch và chế độ làm việc như sau:

Dung dịch 1 $Cu(NO_3)_2$	1	– 3 g/l
H_2SeO_3		3 – 5 g/l
HNO_3		30 – 40 ml/l
1 – 4 đioxybenzol		2 – 4 g/l
Chất phụ gia		thích hợp
pH		1 – 3
Nhiệt độ		thường
Thời gian		3 – 6 phút
Dung dịch 2 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$		3 – 6 g/l
$NiSO_4 \cdot 7H_2O$		1 g/l
H_2SeO_3		4 g/l
$Zn(H_2PO_4)_2$		2 g/l
H_3BO_3		4 g/l
DPE-III		1 – 2 ml/l
pH		2,5 – 3,5
Thời gian		10 – 60 giây.

3. Quy trình công nghệ

- Dung dịch oxy hóa ở nhiệt độ thường không có khả năng tẩy dầu, vì vậy phải làm sạch dầu và gỉ trước khi oxy hóa.
 - Chi tiết cho vào vào dung dịch trên nhuộm, lắc 2 – 3 lần sau đó rửa sạch, sấy khô.
 - Nguyên liệu khác nhau, tốc độ oxy hóa khác nhau, vì vậy cần chú ý thời gian oxy hóa.
 - Nguyên liệu khác nhau, tỷ lệ pha loãng dung dịch khác nhau, vì vậy cần chú ý thời gian oxy hóa.
 - Nguyên liệu khác nhau, tỷ lệ pha loãng dung dịch khác nhau, tỷ lệ pha loãng dung dịch khác nhau, tỷ lệ dung dịch pha loãng đối với thép đúc 1 : 10 (theo thể tích) tỷ lệ pha loãng dung dịch đối với thép Cacbon thấp 1 : 5, tỷ lệ pha loãng dung dịch đối với thép hợp kim 1 : 4.
- Trong quá trình sử dụng ion Fe^{+2} tích lũy càng nhiều, hiệu quả oxy hóa thấp, màu sắc dung dịch từ màu xanh da trời, xanh lục thành màu nhạt, pH nâng cao, kết tủa, vì vậy phải lọc kết tủa, bổ xung dung dịch mới pha.
- Chi tiết sau khi rửa sạch, sấy khô, tiến hành xử lý bịt lỗ.

Nhúng vào dung dịch xà phòng 1%, thời gian 2 phút, nhiệt độ $> 90^{\circ}C$, sau đó bịt lỗ bằng dầu máy hoặc dầu chống gỉ.

IV- PHƯƠNG PHÁP OXY HÓA KHÁC

Chế độ công nghệ xem bảng 23.4.

Bảng 23.4. Chế độ công nghệ oxy hóa sắt thép khác.

Loại Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế 1	Pha chế 2	Pha chế 3
	Oxy hóa dung dịch $NaOH + K_4Fe(CN)_6$	Oxy hóa nguội	Oxy hóa không kiềm (oxy hóa phốtphat hóa)
NaOH	800 – 900		
$NaNO_2$	80 – 90		
$K_4Fe(CN)_6$	30 – 80		
$Na_2S_2O_3$		50 – 70	
NH_4Cl		4 – 7	
HNO_3		7 – 10	
H_3PO_4		5 – 8	10 – 18
$Ba(NO_3)_2$			70 – 100
MnO_2			10 – 20
$xMn(H_2PO_4)_2 \cdot yFe(H_2PO_4)_2$			30 – 40
Nhiệt độ ($^{\circ}C$)	Vào bể: 140 – 144 Ra bể: 150	15 – 30	90 – 100
Thời gian (phút)	80 – 90	30 – 60	40 – 50

Chú ý: Dung dịch 1: Màng có độ bóng tốt, bổ xung $K_4Fe(CN)_6$ theo kinh nghiệm, giá thành cao.

Dung dịch 2: Màng bóng đẹp, bảo đảm chống gỉ, dung dịch không ổn định.

Dung dịch 3: Màng đen, mịn, không bóng, chống gỉ tốt.

OXY HÓA, THỤ ĐỘNG HÓA ĐỒNG VÀ HỢP KIM ĐỒNG

I- KHÁI NIỆM

Oxy hóa đồng và hợp kim đồng (còn gọi là nhuộm màu) là phương pháp hóa học hoặc điện hóa tạo lên trên bề mặt đồng và hợp kim đồng màng có thành phần khác nhau, có màu sắc khác nhau. Tùy theo phương pháp công nghệ mà có cấu tạo lớp màng khác nhau, có thể là CuO , Cu_2O , CuS hoặc hỗn hợp của chúng. Nếu tạo CuO lớp màng có màu nâu, nâu đen, nếu tạo Cu_2S màng có màu nâu, màu đen, nếu tạo muối đồng tính kiềm màng có màu xanh, màu cầu vồng v.v... Những chỉ tiết trong máy quang học đều có màng oxy hóa màu đen, những sản phẩm mỹ thuật làm giả cổ, hình thành các màu khác nhau theo yêu cầu khách hàng, sau đó sơn lên một lớp sơn bóng mỏng, trang sức đẹp.

Ngoài ra đồng và hợp kim đồng có thể thụ động trong dung dịch CrO_3 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, tạo màng thụ động, nâng cao độ bền chống gỉ trong môi trường ẩm ướt hoặc có hợp chất sunfua.

II- OXY HÓA HÓA HỌC

1. Dung dịch có hợp chất sunfua

Trong dung dịch hợp chất sunfua đồng và hợp kim đồng dễ tạo thành CuS màu nâu đen. Kẽm trong hợp kim đồng kẽm, tạo ra ZnS màu trắng, nên khi oxy hóa, màu của hợp kim đồng kẽm nhạt hơn so với đồng tinh khiết.

Hợp chất Sun fua là K_2S . Khi oxy hóa, theo thời gian dài ngắn mà màng có màu vàng nâu - nâu đen. Chế độ công nghệ xem bảng 24.1.

Bảng 24.1. Chế độ công nghệ oxy hóa đồng và hợp kim đồng trong hợp chất sunfua.

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế	1	2	3	4	5 ⁽¹⁾	6 ⁽²⁾		7	8	9
							A	B			
K_2S		10-50	5	5-10	5-7	3,7	3,5-4	.			
$(\text{NH}_4)_2\text{S}$						1,8			5-15		
Sb_2S_3						1,8				12,5	
BaS											4
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$			20								
NH_4Cl				1-3							
NaCl					3						
NH_4OH						4					
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$								9-9,5			
NaOH										50	
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$											2
Nhiệt độ (°C)		30-80	thường	30-40	20-40	thường	thường	thường	thường	50	thường
Thời gian (phút)		Nhiều phút		0,5-3	20-40		Nhiều phút	Nhiều phút	Nhiều phút		thường

(1) Xoa đi nhiều lần màu sắc càng đậm.

(2) Đầu tiên cho vào A, không rửa cho B vào, rửa lại ngâm vào A, B đến khi có màu mong muốn.

2. Dung dịch muối $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Trong môi trường axit, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ bị phân huỷ thành S và SO_2 , đồng tác dụng với S tách ra tạo thành CuS. Ngoài ra trong dung dịch còn có muối khác, tạo nên màng có màu sắc khác nhau. Chế độ công nghệ xem bảng 24.2.

3. Dung dịch kiềm

Trong dung dịch kiềm cho chất oxy hóa (thông thường là $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$), ở nhiệt độ cao sinh ra oxy, nó sẽ oxy hóa đồng tạo thành muối đồng, sau đó muối đồng thủy phân tạo thành CuO. Khi oxy hóa, chất oxy hóa bị tiêu hao, cần kịp thời bổ xung.

Khi dùng chất oxy hóa là KMnO_4 , ngoài phản ứng trên còn tạo thành MnO_2 có màu tím.

Chế độ công nghệ xem bảng 24.3.

Bảng 24.2. Chế độ công nghệ oxy hóa đồng và hợp kim đồng trong dung dịch $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$:

Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3	4	5	
					A	B
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	120 - 160	50 - 60	50	45		50
$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	30 - 40	10 - 30				12,5 - 25
CH_3COOH (36%)		30 ml				
$\text{NiSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$						
$\text{Fe}_2(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$				7,5		
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$					50	
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	55 - 65	45 - 60	65	70	82	100
Thời gian (phút)		1,5 - 6	Nhiều phút	Nhiều phút	Nhiều phút	Nhiều phút
Màu sắc	đồng : đỏ tím xanh Đồng vàng : xanh	xanh	Đồng: đen Đồng vàng: xanh đen	xanh lục	Nhuộm từ A → B có màu nâu	

Bảng 24.3. Cho đổi công nghệ oxy hóa đồng và hợp kim đồng trong dung dịch kiềm có chất oxy hóa.

Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3	4	5
NaOH	45 - 55	110 - 120	40 - 60	150 - 200	60 - 200
$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$	5 - 15	30 - 40	10 - 15		
$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$			18 - 25		
KMnO_4				30 - 50	
NaClO_2					20 - 150
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	60 - 65	55 - 65	55 - 70	80 - sôi	90 - 100
Thời gian (phút)	5 - 20	2 - 5	Nhiều phút	3 - 15	1 - 15
Màu sắc	Đồng: nâu Xanh đen đen Đồng vàng: Nâu vàng - Đỏ nâu	giống như 1	Đồng: đen bóng	Đồng: nâu Đỏ - nâu đen Đồng vàng: Nâu đỏ Nâu đen	Đồng: tím Đỏ - đen Đồng vàng: Tím đỏ - Tím đen bóng

4. Dung dịch KClO_3

KClO_3 là chất oxy hóa, ở nhiệt độ cao bị phân huỷ thành Oxy, nó sẽ oxy hóa đồng tạo thành màng có màu. Chế độ công nghệ xem bảng 24.4.

Bảng 24.4. Chế độ công nghệ oxy hóa đồng và hợp kim đồng trong dung dịch KClO_3 .

<div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg);"> Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ </div>	1	2	3	4
KClO_3	10	35	25	50 – 80
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	30	150	25	
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$		28		
$\text{NiSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$			25	
CuCO_3				100 – 125
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	80	90 – 100	80 – 100	50
Thời gian (phút)	Nhiều phút	Nhiều phút	2 – 3	Nhiều phút
Màu sắc	nâu	nâu	nâu	nâu

5. Dung dịch muối selen và muối asen.

Hợp chất Selen hoặc hợp chất Asen với đồng có màu nâu đen, vì vậy oxy hóa đồng và hợp kim đồng trong dung dịch muối Selen hoặc muối Asen có màng màu nâu. Chế độ công nghệ dùng muối Selen như sau:

SeO_2	10 g/l
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	10 g/l
HNO_3	3 – 5 g/l
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	20 – 40 $^{\circ}\text{C}$
Thời gian	0,5 – 2 phút

Trên đồng hình thành màng đỏ – xanh – đen.

Trên hợp kim đồng vàng hình thành màng nâu – xanh đen.

Thời gian oxy hóa càng dài, màng càng đen.

Chế độ Công nghệ dùng muối Asen như sau:

H_3AsO_3	125 g/l
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	62 g/l
Nhiệt độ	thường.

Pha chế để sau 24 giờ rồi mới sử dụng.

6. Dung dịch đồng cacbonat tính kiềm

Trong dung dịch đồng cacbonat tính kiềm, kẽm trong hợp kim đồng kẽm bị hoà tan tạo phức, đồng tác dụng với phức đồng amoniắc tạo thành CuO , đồng thời có một phần đồng tác dụng amoniắc tạo thành muối phức đồng. Phương pháp này thích hợp với đồng kẽm, màng thu được bóng đen, trên bề mặt đồng, màng có màu nâu sắt.

Chế độ công nghệ xem bảng 24.5.

Bảng 24.5. Chế độ công nghệ oxy hóa đồng và hợp kim đồng trong dung dịch đồng cacbonat tính kiềm.

<div> <div>Pha chế</div> <div>Hàm lượng (g/l)</div> <div>Thành phần và chế độ</div> </div>	1	2	3	4
$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	40 – 60	80 – 120	70 – 100	250 ml/l
NH_4OH (28%)	200 – 250 ml/l	500 – 1000ml/l	140 – 180ml/l	
$(\text{NH}_4)_2\text{Mo}_2\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$			15 – 30	
CuCO_3				250
Na_2CO_3				200
Nhiệt độ (°C)	thường	thường	thường	thường
Thời gian (phút)	5 – 15	8 – 15	8 – 15	Nhiều phút

Màng oxy hóa dễ bị xoa đi, vì vậy sau khi oxy hóa phải xử lý trong dung dịch NaOH 25 g/l. Ngoài ra NH_4OH dễ bay hơi, vì vậy cần chú ý bổ xung.

Giá treo oxy hóa dùng là nhôm, sắt hoặc đồng vàng không dùng đồng nguyên chất.

7. Dung dịch oxy hóa khác

Dung dịch này bao gồm muối đồng ở các dạng khác nhau và một số hóa chất khác. Khi oxy hóa, trên bề mặt hình thành màng oxy hóa có màu sắc khác nhau. Chế độ công nghệ xem bảng 24.6.

Bảng 24.6. Chế độ công nghệ oxy hóa đồng và hợp kim đồng trong dung dịch oxy hóa khác

<div> <div>Pha chế</div> <div>Hàm lượng (g/l)</div> <div>Thành phần và chế độ</div> </div>	1	2	3	4	5	6	7	8
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	30	130	200–210	130	120	25		
NH_4Cl	20	13		90			40	32
KCl	20					14		

Hàm lượng (g/l) / Pha chế	1	2	3	4	5	6	7	8
Thành phần và chế độ								
ZnCl ₂	1							
C ₂ H ₄ O ₂	3-5 ml/l	10ml/l						
NH ₄ OH(2,8%)		30ml/l						
NaCl			50-53					
(NH ₄) ₂ SO ₄			200-210					
C ₄ H ₆ O ₆			50-53					
KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O				30				
KMnO ₄					15	7		
NI(SO ₄) ₇ H ₂ O						25		
CuCl ₂ ·2H ₂ O							40	
Cu(NO ₃) ₂ ·H ₂ O								32
CaCl ₂								32
Nhiệt độ (°C)	thường	thường	thường	thường	70-90	80	thường	thường
Thời gian (phút)	nhiều phút	nhiều phút			1-5	10	nhiều phút	nhiều phút
Màu sắc	Nâu	Xanh	Xanh	Xanh	Nâu	Nâu	Xanh	Xanh

III - OXY HÓA ĐIỆN HÓA

Khi tiến hành oxy hoá trên anốt trong dung dịch kiềm nóng đồng và hợp kim đồng, trên Anốt sẽ thoát ra oxy, đồng oxy hoá thành Cu₂O, sau đó Cu₂O lại chuyển thành CuO, trên bề mặt có màu đen. Khi cho vào dung dịch muối mohydat, lớp màng càng đen.

Phương pháp này được lớp màng rất đen, thành phần dung dịch ổn định, dễ làm.

Phương pháp này dùng để nhuộm đen những chi tiết máy quang học. Chế độ công nghệ xem bảng 24.7.

Bảng 24.7. Chế độ oxy hóa điện hóa đồng và hợp kim đồng

Hàm lượng (g/l) / Pha chế	1	2	3
Thành phần và chế độ			
NaOH	150-200		400
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·H ₂ O hoặc Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	5-15		
K ₂ Cr ₂ O ₇			50
Nhiệt độ (°C)	80-90	60-70	60
Mật độ dòng điện anốt (s/dm ²)	2-3	2-3	3-5
Thời gian (phút)	10-30	10-30	15
Nguyên liệu thích hợp	Đồng	Đồng Kẽm	Đồng thiếc

Dung dịch pha mới cần điện phân với mật độ dòng điện anốt 2–3 s/dm², nhiệt độ 80–100⁰C, Catốt là những tấm thép không gỉ, đến khi dung dịch có màu xanh nhạt mới sử dụng được.

Tỷ lệ diện tích Catốt, anốt là 5 ~ 8:1. Sau khi cho vào bể để 1–2 phút, sau đó oxy hoá với mật độ dòng điện 0,5 – 1 s/dm², thời gian 3–6 phút, sau đó nâng cao đến mật độ dòng điện quy định. Trên bề mặt có nhiều khí thoát ra chứng tỏ quá trình oxy hoá hoàn thành, lấy ra khỏi bể.

Chi tiết là hợp kim đồng vàng, thành phần hợp kim trên bề mặt không đều, có thể mạ lót lớp đồng dày 2–4 μm để oxy hoá được lớp màng đồng đều.

Mấy năm gần đây đã nghiên cứu thành công công nghệ oxy hoá đồng tinh khiết trên Catốt. Khi oxy hoá điện phân trong dung dịch thích hợp với điện thế và dòng điện tương ứng, với thời gian khác nhau được màu sắc khác nhau. Chế độ công nghệ như sau:

CuSO ₄ 5 H ₂ O	30 – 60g/l
Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇ 2H ₂ O	60 – 120 g/l
C ₃ H ₆ O ₃ (88%)	80 – 140 g/l
NaOH	80 – 120 g/l
Nhiệt độ	thường
Mật độ dòng điện catốt	5–40 mA/ dm ²
Điện thế	0,05 – 0,35V

pH dung dịch lớn hơn 12, nếu không sẽ nhuộm không được màu chất lượng tốt. Với mật độ dòng điện 20mA/ dm², oxy hoá thời gian khác nhau được màu khác nhau theo bảng 24.8.

Bảng 24.8. Sự thay đổi màu của màng oxy hóa khi điện phân Catốt đồng

Thời gian	60	100	160	180	240	300
Màu	tím đỏ	vàng nhạt	vàng kim loại	vàng da cam	đỏ	xanh ô liu

IV – THỤ ĐỘNG HOÁ

Đồng và hợp kim đồng sau khi xử lý trong dung dịch crôm oxyt, muối bicromat hoặc dung dịch khác trên bề mặt hình thành màng thụ động, chống biến màu đen. Màu sắc màng thụ động khác nhau khi dùng công nghệ khác nhau. Thụ động trong dung dịch muối bi Cromat khó hàn thiếc, thụ động trong dung dịch crôm oxyt dễ hàn thiếc. Chế độ công nghệ xem bảng 24.9.

Bảng 24.9. Chế độ công nghệ thụ động đồng và hợp kim đồng

Loại dung dịch	Thành phần	Hàm lượng (g/l)	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (giờ)	Ghi chú
Muối Bi Cromat	Na ₂ Cr ₂ O ₇ ·2H ₂ O	100–150	thường	3–8	Trước khi thụ động cần tẩy và làm bóng, sau khi thụ động rửa bằng nước, thổi khô bằng không khí nén sấy ở nhiệt độ 70–80°C để nâng cao độ bám chắc và độ chống gỉ
	H ₂ SO ₄	5–10			
	NaCl	4–7	thường	2–5	
	K ₂ Cr ₂ O ₇	150			
	H ₂ SO ₄	10 ml			
Crôm oxyt	CrO ₃	80–90			

Loại dung dịch	Thành phần	Hàm lượng (g/l)	Nhiệt độ (°C)	Thời gian (giây)	Ghi chú
	H ₂ SO ₄	25–30	thường	15–30	
	NaCl	1–2			
	CrO ₃	10–20			
	H ₂ SO ₄	1–2	thường	30–60	
Muối titan	TiOSO ₄ H ₂ O ₂ (30%) H ₂ SO ₄ HNO ₃ (65%)	5–10 40–60 ml/l 20–30 ml/l 10–30 ml/l	thường	20	Sau khi thụ động, bọt lã trong dung dịch CrO ₃ 0,1 – 1,5 g/l. Thời gian 10 giây.
C ₆ H ₅ N ₃	C ₆ H ₅ N ₃	5–15		2–3 phút	Trước khi thụ động, nhúng vào dung dịch sau: axit oxalic 40 g/l, sút 16 g/l, C ₆ H ₅ N ₃ 2 g/l H ₂ O ₂ 80 ml/l, pH 3–4. Nhiệt độ 30 – 40°C. Thời gian 1–3 phút.

PHẦN THỨ SÁU

MẠ ĐẶC BIỆT

Chương 25

MẠ NHÚNG NÓNG CHẢY

I - KHÁI NIỆM

Mạ nhúng nóng là mạ nhúng trong dung dịch kim loại nóng chảy.

Vì vậy, lớp mạ kim loại nhúng nóng là kim loại và hợp kim có độ nóng chảy thấp. Điểm nóng chảy của nó thấp hơn nhiều so với điểm nóng chảy của kim loại nền cần mạ.

Kim loại nền cần nhúng nóng là sắt thép hoặc đồng. Lớp mạ kim loại nhúng nóng chủ yếu xem bảng 25.1.

Bảng 25.1. Lớp mạ kim loại nhúng nóng

Lớp mạ kim loại	Điểm nóng chảy (°C)	Thuyết minh
Thiếc	132,9	Ứng dụng sớm nhất
Kẽm	419,45	Ứng dụng rộng rãi nhất, năng cao độ bền chống gỉ
Nhôm	658,7	Chống gỉ tốt, lớp mạ nhúng mới
Chì	327,4	Chỉ tinh khiết nóng chảy không thể làm ướt bề mặt sắt thép, cho thiếc vào, hình thành lớp mạ hợp kim, chì thiếc nóng chảy.

Công nghệ mạ nhúng nóng chảy như sau:

Chi tiết cần mạ → xử lý bề mặt → mạ nhúng nóng chảy → xử lý → xử lý sau khi mạ → thành phẩm.

Xử lý bề mặt trước khi mạ bao gồm tẩy dầu, tẩy lớp oxit, khi mạ nhúng nóng chảy, trên bề mặt hình thành lớp mạ của kim loại nóng chảy, xử lý sau khi mạ bao gồm xử lý hóa học, nhúng dầu v.v...

Ưu điểm mạ nhúng nóng chảy là được lớp mạ dày, có thể sử dụng thời gian dài trong môi trường khắc nghiệt, vì thế được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp kiến trúc, cầu cống, cột điện đường dây cao thế v.v...

Nhưng mạ nhúng nóng có hạn chế là lớp mạ dày mỏng không đều, bề ngoài không đẹp v.v...

II – MẠ NHÚNG KẼM NÓNG

Mạ nhúng kẽm nóng được ứng dụng rộng rãi nhất, thí dụ như mạ cột điện, dây thép, ống thép v.v...

Công nghệ này phân làm hai loại: phương pháp dung môi và phương pháp khử có khí bảo vệ.

1. Phương pháp dung môi

Quy trình công nghệ phương pháp dung môi xem bảng 25.2.

Bảng 25.2. Quy trình công nghệ phương pháp dung môi

STT	Các bước công nghệ	Phương pháp công nghệ
1	Kiểm tra chi tiết	
2	Tẩy axit	H ₂ SO ₄ 180 - 200g/l, nhiệt độ 50 - 80°C hoặc HCl 180 - 200 g/l nhiệt độ thường, chất làm chậm 0,5 - 1 g/l
3	Rửa nước	
4	Tẩy HCl loãng	HCl 15g/l, nhiệt độ thường
5	Xử lý dung môi	
6	Nhúng kẽm nóng	Nhúng kẽm nóng ở nhiệt độ 450 - 460°C
7	Để nguội	
8	Xử lý sau mạ	
9	Thành phẩm	

Nếu chi tiết có dầu, trước khi tẩy axit cần phải tẩy dầu.

2. Phương pháp khử có khí bảo vệ

Quy trình công nghệ phương pháp khử có khí bảo vệ xem bảng 25.3.

Bảng 25.3. Quy trình công nghệ phương pháp khử có khí bảo vệ

STT	Bước công nghệ	Phương pháp công nghệ
1	Xử lý trong lò oxy hóa	Dùng khí than hoặc khí ga gia nhiệt lò oxy hóa, dùng ngọn lửa để tẩy lớp dầu mỡ, chất nhũ hóa, bề mặt oxy hóa, hình thành lớp màng oxy hóa màu xanh.
2	Xử lý khử	Dùng dây điện trở gia nhiệt lò khử có hỗn hợp khí, làm màng oxyt khử thành dạng bột biến và hoàn thành tôi.
3	Để nguội	Để nguội trong khí bảo vệ đến nhiệt độ thường
4	Nhúng kẽm nóng	Nhúng kẽm nóng 450 - 460°C
5	Để nguội	
6	Xử lý sau khi mạ	
7	Thành phẩm	

(1) Cũng có thể tẩy dầu, tẩy axit thay thế nguyên công này.

Quá trình hình thành lớp mạ kẽm nóng như sau: sắt hoà tan trong kẽm nóng chảy, kẽm và sắt hình thành hợp chất kim loại, trên bề mặt hợp kim hình thành lớp mạ kẽm tinh khiết. Như vậy sắt bị tổn thất. Tổn thất sắt là tổng trọng lượng sắt mất đi khi sắt hoà tan tạo thành kẽm cứng và sắt tạo thành lớp mạ hợp kim cùng với kẽm.

Trong dung dịch kẽm nóng chảy, khi chưa cho vào nguyên tố khác để kiểm chế sinh trưởng lớp mạ hợp kim thì độ dày lớp mạ hợp kim phụ thuộc vào nhiệt độ và thời gian nhúng, mà không phụ thuộc tốc độ di chuyển của chi tiết. Ngược lại, độ dày lớp mạ kẽm tinh khiết phụ thuộc vào tốc độ di chuyển mà không phụ thuộc vào nhiệt độ và thời gian nhúng.

Bảng 25.4. Ảnh hưởng của các nguyên tố trong bể mạ kẽm nóng.

Nguyên tố	Ảnh hưởng đối với kẽm nóng
Chì	Chỉ trong dung dịch kẽm nóng làm độ nóng chảy giảm thời gian đóng rắn dài, dễ hình thành vết hoa Chì dễ thấm ướt bề mặt sắt thép, khi hàm lượng chì đạt đến 1,2%, ở nhiệt độ làm việc, nó đạt đến bão hoà lượng dư kết tủa xuống đáy bể, giảm ăn mòn đáy bể.
Sắt	Ở nhiệt độ 450°C hàm lượng Fe > 0,02% hình thành kẽm cứng (hợp kim Fe-Zn) lắng xuống đáy bể. Sắt làm cho tính thấm ướt kẽm nóng chảy giảm đi, lớp kẽm dày giòn, bề ngoài xấu.
Nhôm	Nhôm có tác dụng tốt trong quá trình nhúng kẽm nóng, thường là chất phụ gia cho vào. Hàm lượng Al 0,01% – 0,02% lớp mạ kẽm bóng, bởi vì trên bề mặt hình thành Al_2O_3 chống sự oxy hóa của kẽm. Khi hàm lượng Al 0,1% – 0,15%, trong thời gian ngắn có thể kiểm chế tạo thành hợp kim Zn – Fe; nếu thời gian dài vẫn hình thành lớp hợp kim nhưng mỏng, độ dẻo tốt. Khi hàm lượng Al 3%, độ bền chống gỉ cao. Khi hàm lượng Al 5%, độ bền chống gỉ tốt nhất.
Cadimi	Hàm lượng Cadimi 0,001% – 0,07% ảnh hưởng không lớn đối với mạ kẽm. Khi hàm lượng Cd 0,1 – 0,5% kẽm hoa tăng lên, lớn hơn 0,5% sắt hoà tan tăng, lớp mạ hợp kim dày, lớp mạ giòn.
Thiếc	Cho thêm thiếc làm cho kẽm hoa tăng lên, lớp mạ bóng. Nhưng Sn làm cho độ bền chống gỉ giảm. Vì thế hàm lượng Sn không được lớn hơn 0,5%
Đồng	Cho 0,8% – 1% đồng cải thiện độ bền chống gỉ, nhưng nếu vượt quá 1% độ dày lớp mạ tăng, giòn, độ bám chắc không tốt.
Magiê	Hàm lượng Mg 0,003% cải thiện độ bền chống gỉ 0,005% chống gỉ tốt nhất. Nếu hàm lượng Magiê nhiều lớp mạ xấu, độ bám chắc không tốt.
Sb	Sb làm cho kẽm hoa tăng lên, bóng, độ dày lớp mạ tăng khi hàm lượng 0,05% độ bền chống gỉ được cải thiện, nhưng độ bám chắc giảm đi.

Khi thời gian nhúng như nhau, sắt hoà tan ở nhiệt độ 480°C – 540°C lớn nhất. Sự hoà tan của sắt làm cho sắt trong hợp kim nhiều, chất lượng lớp mạ xấu, đồng thời độ giòn lớp mạ hợp kim tăng. Cho nên chỉ được mạ nhúng ở nhiệt độ, dưới 480°C, nếu nhiệt độ quá thấp, kẽm tiêu hao lớn, bề ngoài lớp mạ xấu. Vì vậy, chỉ nên mạ nhúng ở nhiệt độ 450° – 460°C.

Tốc độ hoà tan sắt phụ thuộc vào thời gian nhúng. Thời gian nhúng càng dài sắt hoà tan càng nhiều đặc biệt khi làm việc ở nhiệt độ cao. Cho nên chỉ mạ từ 8 đến 15 phút không nên mạ lâu ở bể có nhiệt độ cao. Mạ kẽm cho dây, băng thép tốc độ của chúng chạy qua bể kẽm lỏng thường là 15 – 45 m/phút.

Thành phần kim loại nền cũng ảnh hưởng quan trọng khi nhúng kẽm nóng.

Vật bằng gang rất khó mạ kẽm nóng vì chứa nhiều cacbon. Gang rèn dễ mạ nóng vì bề mặt của nó không chứa cacbon.

Mạ kẽm cho vật đúc có hàm lượng Si và P cao sẽ làm tăng độ giòn chi kim loại mạ. Để tránh giòn cho vật đúc này trước khi mạ kẽm nóng phải; tăng nhiệt lên 650°C và giữ ở nhiệt độ này vài phút, rồi làm nguội trong nước ở nhiệt độ phòng.

Chất lượng sản phẩm mạ kẽm phụ thuộc vào thành phần kim loại và phương pháp gia công. Thép để sản xuất tôn mạ nhúng kẽm chỉ nên chứa 0,06 – 0,12%C; 0,30 – 0,45% Mn; 0,15%P; 0,04%Si.

Thép hợp kim với 0,07 – 0,12% Cr và 0,3 – 0,4%Ni mạ nhúng kẽm nóng tốt, độ bền ăn mòn tốt.

Ảnh hưởng của các nguyên tố trong bể mạ kẽm nóng xem bảng 25–4.

3. Bể mạ kẽm nóng

Kích thước bể mạ kẽm nóng có thể thay đổi rất rộng, loại trung bình phổ biến là dài \times rộng \times cao = 7m \times 1,4m \times 2,6m, loại lớn có chiều dài 20m, cao 4m.

Bể có thể đặt chìm hay nổi, nhưng có sàn thao tác rộng. Vật liệu bể. Thép ít cacbon, grafit, ceramic.

Grafit và Ceramic ít bị ăn mòn, ít sinh kẽm cứng phải gia nhiệt từ bên trong bể, Grafit thích hợp cho bể có kích thước bé.

Phổ biến nhất là bể bằng thép ít cacbon (0,10 – 0,15%C), ít silic, chỉ có loại thép này mới hạn chế được tác dụng của kẽm nóng chảy và sinh ra kẽm cứng. Có thể dùng thép CT 0, thép armko cho mục đích này. Thép dày 30–40 mm làm bể và tuân thủ đúng kỹ thuật thì 4–5 năm mới phải thay bể mới.

Bể bằng thép phải gia cố tăng bền chịu được tải trọng cao và ứng suất nhiệt lớn. Để bảo vệ đáy bể thép, thường dùng lớp chì mỏng ngăn cách giữa chúng. Chì không thấm ướt, lại ít tan vào kẽm và không ảnh hưởng đáng kể đến kẽm lỏng, chỉ có nhiệt độ nóng chảy thấp và tỷ trọng nặng nên làm việc này rất thích hợp.

Gia nhiệt cho bể kẽm thường từ bên ngoài bể, bằng than đá, gas hay dầu FO. Nếu bể bằng Ceramic phải gia nhiệt từ bên trong bằng các bộ đun đặc biệt. Cũng có thể gia nhiệt bằng điện dưới dạng đốt dây điện trở, thiết bị nhiệt cảm ứng.

Thông khí: Trong bể mạ kẽm có nhiều khí độc hại thoát ra như (H_2 , NH_3 , H_2O v.v...) tạo thành khói bốc lên. Vì vậy phải trang bị quạt hút đưa khói ra.

4. Thao tác mạ kẽm

Định kỳ vớt bỏ kẽm cứng lắng xuống đáy bể. Không nhúng quá sâu làm xáo trộn kẽm cứng ở đáy bể.

Trước khi nhúng và lấy vật mạ ra phải gạt sạch sẽ trên mặt bể để tránh xỉ bám theo vật mạ. Dùng khung treo, móc treo cho các vật lớn để nhúng kẽm. Dùng rổ, giỏ thép cho các vật nhỏ, gọn để nhúng kẽm.

Lấy vật lớn ra phải lấy từ từ hay thổi khí nén cho chảy hết kẽm dư trên bề mặt vật mạ. Vật mạ bé, có ren, lỗ nhỏ cần ly tâm cho hết kẽm dư trên bề mặt.

Cần phân loại vật cần mạ theo vật liệu, theo độ lớn, độ dày để mạ riêng cho từng loại, theo chỉ tiêu kỹ thuật phù hợp. Vật dày lớn hơn 16mm cần nhúng lâu để nó được nóng đến $450^{\circ}C$. Thời gian nhúng do đó dao động rất lớn, từ vài phút đến 30 phút.

– Phải thiết kế các lỗ thoát hơi ở trên cùng và lỗ chảy ráo Zn phải ở dưới cùng cho các hộp rỗng, các ống, các khe và bố trí các lỗ này nằm trên cùng một đường thẳng đứng để cho hơi và kẽm lỏng dễ thoát nhất, kích thước lỗ tối thiểu là 12mm.

Vật lớn treo nghiêng theo một góc thích hợp để kẽm lỏng dư, chảy róc khi nhấc ra khỏi bể, có thể rung, lắc được.

III – MẠ NHÚNG NHÔM NÓNG

Mạ nhúng nhôm nóng được ứng dụng trước mạ kẽm nóng, có ưu điểm như sau:

1. Chịu nhiệt tốt

Nhúng nhôm sắt thép có thể chịu nhiệt $450^{\circ}C$, làm việc thời gian dài, không biến màu. Khi cho silic vào dung dịch nhôm khi hàm lượng Si 7%, do kiềm chế được sinh trưởng lớp hợp kim, lớp mạ làm việc ở nhiệt độ $700^{\circ}C$, không bong.

2. Độ bền chống gỉ tốt

Nhúng nhôm sắt thép có thể làm việc ở vùng có khí hậu ẩm ướt, miền biển, đặc biệt vùng có khí công nghiệp như SO_2 , H_2S , NO_2 v.v..., độ bền chống gỉ tốt, thậm chí còn ưu việt hơn thép không gỉ.

3. Tính phản xạ tốt

Tính phản xạ của nhôm sắt thép tốt hơn thép không gỉ, ở nhiệt độ dưới $500^{\circ}C$ bảo đảm tính phản xạ cao.

Lớp mạ nhôm nhúng cũng giống như lớp mạ kẽm nhúng ở bên trong sắt với kim loại nền sắt thép là lớp mạ hợp kim nhôm sắt, ở bên ngoài là lớp nhôm tinh khiết. Nghiên cứu nhúng nhôm nóng thấy rằng, khi nhiệt độ nhúng càng cao, thời gian nhúng càng dài, lớp mạ hợp kim cũng dày. Nhiệt độ nhúng nhôm trong khoảng 665 – 800⁰C, độ dày hợp kim có giá trị cao nhất.

Thường thường nhúng nhôm ở nhiệt độ 680 – 720⁰C, thời gian nhúng ngắn.

Nhúng nhôm có thể dùng phương pháp dung môi, thí dụ ngâm trong dung dịch K₂ZrF₆ 4%, nhiệt độ dưới 50⁰C, hoặc có thể dùng muối nóng chảy Na₂B₄O₇ 5% và NH₄Cl 1% hoặc KCl + NaCl (1:1). Nhúng nhôm nóng có thể dùng phương pháp khử có chất khí bảo vệ.

Trước kia dùng lò nhúng nhôm hàn bằng sắt thép, độ dày tôn 30 – 40mm nhưng bị ăn mòn rất nhanh, tuổi thọ chỉ được 400 – 500 giờ. Sau này dùng sơn, nước thủy tinh oxyt nhôm quét lên, nhưng nhiệt độ cao dễ bị bong, mất đi tác dụng bảo vệ. Gần đây dùng lò sứ, gạch magiê crôm, gia nhiệt bằng phương pháp cảm ứng, đã nâng cao tuổi thọ.

Ảnh hưởng các nguyên tố trong sắt thép khi nhúng nhôm nóng xem bảng 25.5.

Bảng 25.5. Ảnh hưởng các nguyên tố trong sắt thép khi nhúng nhôm nóng

Nguyên tố	Ảnh hưởng khi nhúng nhôm nóng
Cacbon	Ảnh hưởng của cacbon đến độ dày lớp màng hợp kim không lớn. Trong quá trình nhúng nhôm, cacbon dễ thoát ra trên bề mặt, tập trung trên lớp mạ hợp kim.
Niken và crôm	Niken và crôm làm độ dày lớp mạ hợp kim mỏng làm độ cứng giảm đi.
Mangan và Moluyđen	Mn và Mo làm cho độ dày và độ cứng lớp nhôm giảm đi
Silic, titan	Si, Ti làm cho Fe ₂ Al ₃ giảm đi

Ảnh hưởng của một số nguyên tố trong dung dịch nhôm nóng chảy khi nhúng nhôm nóng xem bảng 25.6.

Bảng 25.6. Ảnh hưởng của một số nguyên tố trong dung dịch nhôm nóng chảy khi nhúng nhôm nóng.

Nguyên tố	Ảnh hưởng khi nhúng nhôm nóng
Silic	Cho Si vào dung dịch nhôm, lớp mạ hợp kim mỏng, tính chịu nhiệt cao khi Si 6%, đồng thời lớp mạ hợp kim có độ dày không tăng lên theo thời gian. Cho Si giảm điểm nóng chảy nhôm, nâng cao độ lưu động của nhôm, độ cứng lớp mạ giảm đi một ít.
Đồng	Cho Cu 2–5% độ dày lớp mạ hợp kim giảm đi, cho Cu 10%, độ dày hợp kim tăng lên, giống như khi chưa cho đồng. Cho Cu 15 – 18% độ dày lớp mạ hợp kim giảm đi

Nguyên tố	Ảnh hưởng khi nhúng nhôm nóng
Kẽm	Cho Zn làm giảm điểm nóng chảy nhôm, rút ngắn thời gian nhúng, nâng cao độ bám chắc.
Sắt	Sắt là tạp chất bẩn, làm cho nhiệt độ sôi cao, độ nhớt nhôm tăng lên. Khi nhúng nhôm 710 – 730°C lớp mạ nhôm dày. Hàm lượng sắt không vượt quá 2,5 – 3%
Mangan	Mangan làm điểm sôi tăng, không ảnh hưởng đến độ cứng
Niken	Cho Ni 0,5% làm tăng độ dày lớp mạ hợp kim, hàm lượng niken lại tăng, độ dày lớp mạ hợp kim không đổi.
Magiê	Cho Mg 0,5% làm giảm độ dày lớp mạ hợp kim, tăng cường độ lớp mạ

IV- MẠ NHÚNG THIẾC NÓNG

Phản ứng giữa sắt khi nhúng thiếc tác dụng với thiếc tạo nên hợp chất FeSn_2 , nó làm cản trở phản ứng giữa thiếc và sắt, kiểm chế sự tăng trưởng lớp mạ hợp kim. Độ dày lớp mạ hợp kim vào khoảng 2,5 – 3,5 g/m².

Nhúng thiếc ở nhiệt độ 200 – 300°C, thời gian dài lớp mạ hợp kim dày, nếu nhúng thiếc ở nhiệt độ 350°C, độ dày lớp mạ hợp kim FeSn_2 tăng lên rõ rệt, rơi xuống đáy bể tạo nên bùn cặn.

Khi nhúng thiếc, sắt thép sau khi xử lý xong, phải qua lớp dung môi. Dung môi có ZnCl_2 là chính NH_4Cl 3% – 5%, có lúc còn có NaCl 10% pha dung môi thành dung dịch đặc, nổi lên bề mặt bể mạ thiếc, nhiệt độ nhúng thiếc 310°C.

Nhúng thiếc xong ngâm trong dầu 235 – 240°C để phòng thiếc oxy hóa.

V – MẠ NHÚNG HỢP KIM CHÌ THIẾC

Mạ chì có thể nâng cao độ bền chống gỉ, nhưng tính thấm ướt của chì đối với thép khi nhúng chì không tốt, vì thế thường cho thiếc, vì vậy tạo thành hợp kim chì thiếc, hàm lượng Sn 2–4%.

Khi nhúng chì thiếc, hình thành lớp trung gian FeSn_2 sau đó hình thành lớp hợp kim chì thiếc.

Dung môi trước khi nhúng là ZnCl_2 và NH_4Cl có thể pha dung môi thành dung dịch, rồi ngâm trong đó hoặc có thể cho dung môi nổi lên bề mặt bể mạ chì thiếc. Cho SnCl_2 (10–20%) vào dung môi, có thể nâng cao hoạt hóa. Nhiệt độ nhúng 320 – 360°C, nhúng nóng xong, sau đó nhúng dầu. Để nguội, làm sạch dầu, sấy khô.

SƠN ĐIỆN DI

I – KHÁI NIỆM

Sơn điện di là quá trình dưới tác dụng của điện trường, hạt nhựa hữu cơ mang điện nào đó kết tủa lên bề mặt. Với cách nhìn mạ điện, sơn điện di là lớp kết tủa phi kim loại.

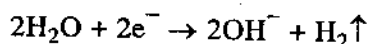
Năng lực che phủ và khả năng phân bố sơn điện di ưu việt hơn công nghệ mạ điện rất nhiều. Tính năng chống gỉ của nó cao hơn lớp mạ điện rất nhiều. (phun muối hơn 1000 giờ vẫn đạt yêu cầu), so sánh bề ngoài với lớp mạ điện, tính đa dạng nhiều màu sắc hơn hẳn lớp mạ điện. So sánh với lớp sơn phun có ưu điểm rất tốt như hiệu suất sử dụng sơn cao, không ô nhiễm môi trường. Vì thế đây là công nghệ rất có tiền đồ.

Sơn điện di phân làm hai loại: sơn điện di anốt và sơn điện di catốt.

II – SƠN ĐIỆN DI CATỐT

Dung dịch sơn điện di là dung dịch keo, đường kính hạt keo $0,25\mu\text{m}$. Thành phần dung dịch sơn điện di gồm: dung môi, nhựa, chất chống keo tụ, chất xúc tác, chất nhũ hóa, chất hoạt động bề mặt và ion cân bằng. Hạt keo sơn điện di catốt mang điện tích dương, dưới tác dụng điện trường chuyển động về phía catốt.

Dung dịch sơn điện di là dung dịch keo tan trong nước, sau khi có điện áp nhất định ở điện cực, hạt keo kết tủa, H^+ , OH^- phóng điện. Đối với sơn điện di catốt thì phản ứng phóng điện của chi tiết là:



Do sự phóng điện của phân tử nước, làm cho giá trị pH gần chi tiết nâng cao, hạt keo bị phá hủy, kết tủa nhựa trên bề mặt chi tiết. Khi lớp kết tủa dày, làm điện trở tăng lên, khi đạt đến độ dày nhất định thành lớp cách điện.

Tốc độ phóng điện của các ion trong quá trình sơn điện di không được nhanh quá, nếu không quá trình điện phân là chủ yếu, điện di không thể tiến hành bình thường. Vì vậy độ dẫn điện của nước dùng để pha chế sơn điện di không thể vượt quá $5\mu\text{S}$.

Quy trình công nghệ sơn điện di như sau:

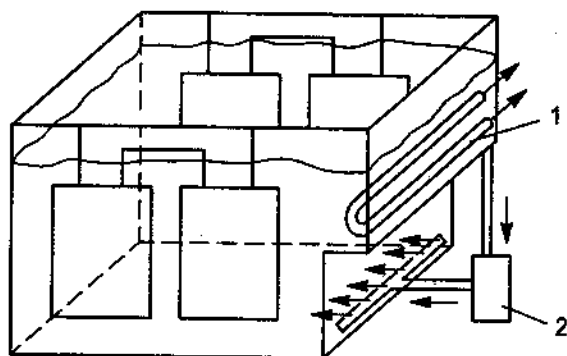
Xử lý bề mặt \rightarrow Rửa nước cất \rightarrow Sơn điện di \rightarrow Thu hồi \rightarrow Rửa nước cất \rightarrow Rửa có hóa chất \rightarrow Làm khô \rightarrow Sấy.

Xử lý bề mặt gồm các bước tẩy dầu kiềm yếu và trung hoà hoặc mạ. Xử lý bề mặt không được mang kiềm vào dung dịch sơn điện di, nếu không sinh ra kết tủa.

Để chống nhiễm bẩn sơn điện di, độ dẫn điện của nước khử ion trước khi điện di không được lớn hơn $5\mu\text{S}$, nếu đạt giá trị này cần phải thay nước.

Tiến hành sơn điện di trong thùng sơn, cấu tạo thùng sơn xem hình 26.1. Khi thiết kế thùng sơn cần chú ý: có thùng chảy tràn, cự ly anốt và catốt không nhỏ hơn 20cm, thùng sơn và thùng thu hồi để nối tiếp, có các van nối. (thùng thu hồi chảy vào thùng sơn điện di).

Khi sơn điện catốt, anốt là thép không gỉ 316, có khi anốt sơn điện di được đặt trong hộp có màng đặc biệt, dung dịch anốt có thiết bị bơm tuần hoàn.



Hình 26.1. Cấu tạo bể sơn điện di.

1. Ống làm nguội; 2. Bơm lọc $1\mu\text{m}$.

Máy chỉnh lưu dùng cho sơn điện di là máy chỉnh lưu điện áp cao, dòng điện thấp, sóng dao động trong khoảng 5% – 20%, điện áp biến đổi trong khoảng 0 – 50V đến 0 – 300V.

Nước cất để pha chế dung dịch sơn điện di có độ dẫn điện thấp hơn $5\mu\text{S}$. Sơn điện di không màu chỉ cần dùng nước cất để pha chế sơn theo thuyết minh; khuấy đều, sau đó để một thời gian có thể sử dụng được. Sơn điện di có màu, không thể cho bột màu vào dung dịch sơn điện di đã pha loãng mà phải cho bột màu vào trong sơn gốc, khuấy đều, sau đó mới pha loãng bằng nước. Cách làm cụ thể theo thuyết minh sử dụng.

Độ dày của sơn điện di chủ yếu phụ thuộc vào điện thế, điện thế càng cao, lớp màng sơn càng dày. Quan hệ giữa độ dày lớp sơn với thời gian sơn là: trong vài giây đầu, độ dày càng tăng lên theo thời gian, nhưng khi thời gian đạt đến 90 giây, độ dày không tăng lên nữa.

Ảnh hưởng các nhân tố khác đến độ dày sơn điện di xem bảng 26.1.

Bảng 26.1. Ảnh hưởng các nhân tố khác đến độ dày sơn điện di.

Nhân tố	Ảnh hưởng đến độ dày sơn điện di
Hàm lượng chất rắn trong nhựa	Nếu hàm lượng cao, màng sơn dày
Nhiệt độ sơn điện di	Nếu nhiệt độ cao sơn càng dày. (Nhiệt độ sơn điện di thường ở trong khoảng 23 – 28°C)
Dẫn điện	Nếu cao quá màng sơn dày.
Hàm lượng axit	Nếu cao quá màng sơn mỏng
Độ hạt nhựa	Nếu lớn quá sơn dày, thô
pH	Nếu thấp quá sơn mỏng.

Những sự cố và nguyên nhân xảy ra khi sơn điện di xem bảng 26.2.

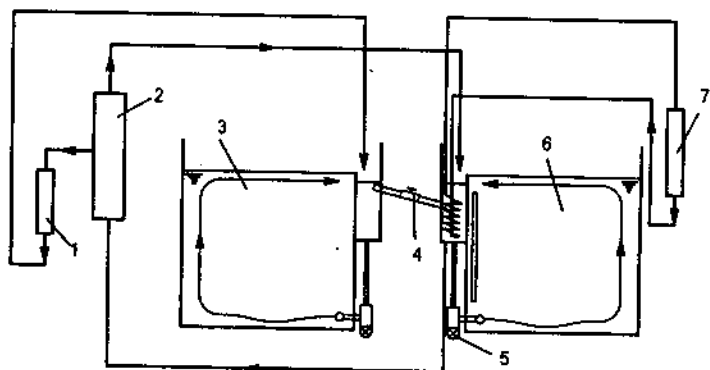
Bảng 26.2. Những sự cố và nguyên nhân xảy ra khi sơn điện di.

Sự cố	Nguyên nhân
Châm kim	Hàm lượng dung môi thấp Lượng axit quá cao Hàm lượng chất rắn thấp Sấy gia nhiệt nhanh
Chỗ không mạ	Thuốc đánh bóng chưa làm sạch Chi tiết có dầu
Màu cầu vồng	Lớp sơn mỏng
Đóng cục	Lớp sơn quá dày. Hàm lượng dung môi thấp Trong buồng sấy không khí không đủ hoặc đối lưu không tốt
Sắp xếp không có quy luật	Xử lý trước khi sơn không tốt
Bong	Dung môi nhiều
Độ cứng không đủ	Thời gian sấy không đủ, hoặc không đạt đến nhiệt độ sấy.

Để cho quá trình sơn điện di và thu hồi tiến hành thuận lợi, trên thùng có lắp thiết bị phụ trợ. Hệ thống bơm siêu lọc của hệ thống phụ trợ được lắp xem hình 26.2; 26.3

Máy lọc độ chính xác 5µm loại bỏ cặn bẩn và các chất rắn khác, đồng thời còn khuấy động dung dịch, làm cho hạt keo ở dạng huyền phù, khuấy đều hỗn hợp sơn và màu.

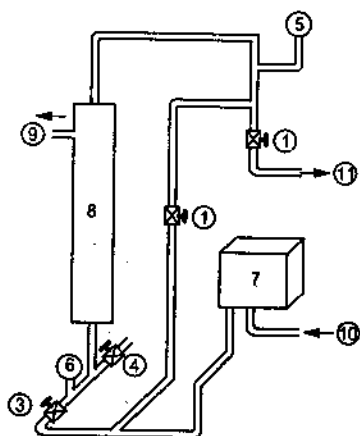
Thiết bị gia nhiệt và làm nguội không chế nhiệt độ trong phạm vi quy định.



Hình 26.2. Hệ thống phụ trợ bể sơn điện di:

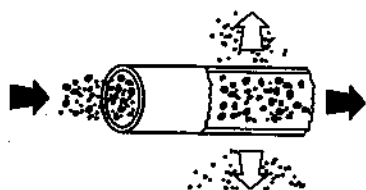
1. Bộ phận làm sạch hơi lưu thẩm thấu; 2. Thiết bị siêu lọc;
3. Bể thu hồi; 4. Van một chiều; 5. Bơm tuần hoàn 1 μ m;
6. Bể sơn điện di; 7. Bộ phận gia nhiệt và làm nguội.

Trong quá trình điện di và đưa chi tiết vào thùng sinh ra chất bẩn. Chỉ có thể lọc được qua thiết bị siêu lọc, bộ phận trung tâm thiết bị siêu lọc là ống siêu lọc, mỗi ống siêu lọc gồm hàng trăm ống sợi xenlulô rỗng, mỗi ống sợi xenlulô đều có tác dụng thẩm thấu, nguyên lý tác dụng của nó xem hình 26.4.



Hình 26.3. Sơ đồ thiết bị siêu lọc

- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1. Van ra | 2. Van rửa |
| 3. Van vào | 4. Van rửa |
| 5. Đồng hồ áp lực ra | 6. Đồng hồ áp lực vào |
| 7. Bơm | 8. Ống siêu lọc |
| 9. Chỗ ra dung dịch thẩm thấu | 10. Chỗ bơm vào |
| | 11. Chỗ ra siêu lọc |



Hình 26.4. Nguyên lý tác dụng ống siêu lọc

- Hạt lớn: Hạt rắn đi vào bể mạ
Hạt nhỏ: Nước, chất điện phân, axit, dung môi, tạp chất đi ra ngoài bể.

Ion kim loại, axit quá nhiều, chất bẩn khác trong sơn điện di thẩm thấu chảy ra ngoài qua ống siêu lọc, chất rắn sơn, có hạt tương đối lớn không thẩm thấu chảy qua được đưa vào thùng sơn điện di.

Có thể dùng máy làm sạch thu hồi làm giảm tối thiểu chất thải ra.

Trong quá trình sử dụng sơn điện di, cần phân tích điều chỉnh, danh mục cần phân tích là: hàm lượng chất rắn (phương pháp cân), độ dẫn điện, độ axít, giá trị pH, hàm lượng dung môi v.v...

Rửa nước sau khi điện di, có khi còn cho thêm dung môi và các thành phần khác để tăng hiệu quả rửa.

Thường thường sấy ở nhiệt độ $130 - 160^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ càng cao, thời gian sấy càng ngắn, cần làm theo thuyết minh. Để đề phòng nước sôi dẫn đến châm kim, trước khi sấy cần phải để tự khô hoặc sấy trước tiên ở nhiệt độ dưới 100°C .

Sơn điện di catốt được ứng dụng cho nhiều kim loại như đồng kẽm, đồng thiếc, nhôm, niken, magiê và vàng. Sơn điện di trong suốt, kim loại nền cần có độ bóng, nếu không màu sắc kim loại nền ảnh hưởng màu sắc cuối cùng. Sơn điện di catốt có các loại sơn epoxy, sơn acrylat v.v...

III – SƠN ĐIỆN DI ANỐT

Nhựa sơn điện di anốt mang điện tích âm, vì vậy dưới tác dụng điện trường, di động về phía anốt, chỉ tiết treo ở anốt.

Phương pháp sử dụng của nó giống như phương pháp sử dụng sơn catốt.

Có một loại sơn điện di anốt, như sơn của công ty ALBRIFIN, sau khi điện di có thể nhuộm được các màu như: giả đồng kẽm, giả đồng, giả vàng v.v..., độ dày lớp màng đồng đều, màu sắc cũng đồng đều. Ưu điểm của nó là trong cùng một thùng được các màu khác nhau, tiết kiệm đầu tư thiết bị.

Sơn điện di anốt chỉ được ứng dụng trên bề mặt nhôm và niken, không sử dụng được trên đồng và bạc.

Chương 27

MẠ PHỨC HỢP

I – KHÁI NIỆM

Mạ phức hợp là công nghệ mạ khi cho hạt chất rắn siêu nhỏ, không hoà tan trong nước vào dung dịch điện phân hoặc dung dịch hóa học làm cho nó kết tủa trên bề mặt kim loại nền cùng với kim loại mạ, được lớp mạ gọi là lớp mạ phức hợp. Nghiên cứu và ứng dụng mạ phức hợp rộng rãi nhất là mạ niken, coban, crôm, vàng, bạc v.v... Hạt chất rắn siêu nhỏ gồm hai loại, một loại là nâng cao độ cứng chịu mài mòn, nâng cao điểm nóng chảy (bảng 27.1), còn một loại là chất bôi trơn rắn có tác dụng bôi trơn đặc biệt (bảng 27.2).

Bảng 27.1. Tính năng hạt chất rắn siêu nhỏ thường dùng của lớp mạ phức hợp chịu mài mòn.

Công thức	Tỷ trọng (g/cm ³)	Độ cứng HV	Điểm sôi (°C)
$\alpha \text{ Al}_2\text{O}_3$	3,98	3000	2000
$\gamma \text{ Al}_2\text{O}_3$	3,20	2000	2000
ZrO_2	5,70	1150	2700
SiO_2	2,2	1200	1710
TiO_2	3,8 – 4,2	1000	1830
Cr_2O_3	5,1	2940	2000 – 2400
SiC	3,2	2500	2700
Cr_3C_2	6,68	1300	1985
WC	15	2400	2600 – 2800
C	3,5	8000	> 3500
TiB_2	4,5	3050 – 4100	2930
ZrB_2	6,1	1900 – 2700	3100

Bảng 27.2. Tính năng hạt chất rắn siêu nhỏ thường dùng của lớp mạ phức hợp tự bôi trơn.

Công thức	Tỷ trọng (g/cm ³)	Độ cứng (Hb)	Nhiệt độ phân huỷ (°C)	Nhiệt độ làm việc cao nhất (°C)	Nhiệt độ làm việc cao nhất thời gian ngắn (°C)	Hệ số truyền nhiệt (W/mK)	Hệ số ma sát trong chân không
C	2	2	3400	450	600	52 – 396	cao
MoS ₂	4,9 – 5,0	2	1098	350	700	–	thay đổi
(CF ₂ –CF ₂) _n	1 – 1,85	35	727	260	350	–	Thấp
(CF) _n	2,34 – 2,68	1 – 2	320 – 420	–	–	–	–
BN	2,2	2	3000	700	900	15 – 29	thấp

Do sự bôi đắp của hạt siêu nhỏ, làm cho tính năng lớp mạ thay đổi rõ rệt, do đó mở rộng phạm vi ứng dụng của chúng. Thông thường ứng dụng chủ yếu trong trường hợp sau:

1. Lớp mạ chịu mài mòn

Những sản phẩm cơ khí, mạ phức hợp khuôn, dụng cụ đo, xi lanh v.v..., tính chịu mài mòn tương đương với lớp mạ crôm, thậm chí còn tốt hơn. Thông thường là mạ phức hợp Ni – SiC, nó có khả năng chịu nhiệt độ cao. Trong công nghiệp điện tử, thường để mạ tiếp điểm, nó chịu mài mòn rất tốt so với lớp mạ kim loại đơn, do đó nâng cao tuổi thọ sử dụng của linh kiện điện tử.

2. Lớp mạ tự bôi trơn

Lớp mạ tự bôi trơn hình thành giữa các hạt siêu nhỏ bôi trơn chất rắn với kim loại có đặc tính bôi trơn khô rất tốt, hệ số ma sát thấp, tính năng giảm ma sát tốt. Lớp mạ phức hợp BN có thể làm việc ở nhiệt độ rất cao và độ chân không cao. Lớp mạ tự bôi trơn dùng để mạ tiếp điểm.

3. Lớp mạ phức hợp chống gỉ tốt

Lớp mạ phức hợp chống gỉ tốt cho lớp mạ bảo vệ – trang sức crôm. Giữa lớp mạ niken – crôm của lớp mạ Cu – Ni – Cr cho thêm lớp mạ phức hợp.

Ni ken có hạt siêu nhỏ rắn là BaSO₄, SiO₂ v.v... có thể nâng cao độ bền chống gỉ (còn gọi là mạ niken composit).

4. Lớp mạ trang sức

Dung dịch mạ niken bóng hoặc bán bóng cho các hạt chất rắn siêu nhỏ đường kính 5μm, có thể được lớp mạ bóng, mềm.

5. Lớp mạ chống dính

Mạ niken phức hợp cho các hạt chất rắn siêu nhỏ loại (CF₂ – CF₂)_n hoặc (CF)_n có tính năng chống dính. Khi mạ lên khuôn chất dẻo, khi sử dụng

không cần bôi chất chống dính mà trực tiếp sử dụng, chỉ tiết không dính vào khuôn, do đó năng cao năng suất lao động và không làm bẩn chi tiết.

II – LỚP MẠ PHỨC HỢP

1. Điều kiện cơ bản mạ phức hợp

Mạ phức hợp tiến hành trong điều kiện nhất định, khi cho chất rắn siêu nhỏ vào trong dung dịch mạ thông thường. Để được lớp mạ phức hợp, cần có những điều kiện nhất định, khi cho chất rắn siêu nhỏ vào trong dung dịch mạ thông thường. Để được lớp mạ phức hợp, cần có những điều kiện như sau:

1) Hạt chất rắn siêu nhỏ ở trạng thái huyền phù.

2) Độ hạt siêu nhỏ cần thích hợp, nếu hạt quá mịn thì dễ kết dính trong dung dịch, do đó cũng làm cho sự phân bố không đồng đều. Nói chung, cỡ hạt thường vào khoảng $0,1 - 10 \mu\text{m}$.

3) Hạt, cần thân nước và tốt nhất mang điện tích dương, đặc biệt các hạt $(\text{CF}_2 - \text{CF}_2)_n$ và $(\text{CF})_n$, có được những điểm đó là rất quan trọng. Trước khi sử dụng cần phải làm ướt để bề mặt hạt được hoạt hóa, đồng thời cần cho chất hoạt động bề mặt ion dương vào trong dung dịch mạ. Những ion dương nào đó (thí dụ như Ti^+ , RI^+) bị hạt hấp phụ, xúc tiến tác dụng cùng kết tủa với các hạt. Những hạt bị thấm ướt, cần ngâm trong dung dịch HCl loãng để loại bỏ tạp chất kim loại như sắt v.v..., sau khi rửa sạch, cho thêm một ít dung dịch mạ, khuấy đều làm cho dung dịch mạ thấm ướt, sau đó cho vào bể mạ.

2. Thiết bị mạ phức hợp

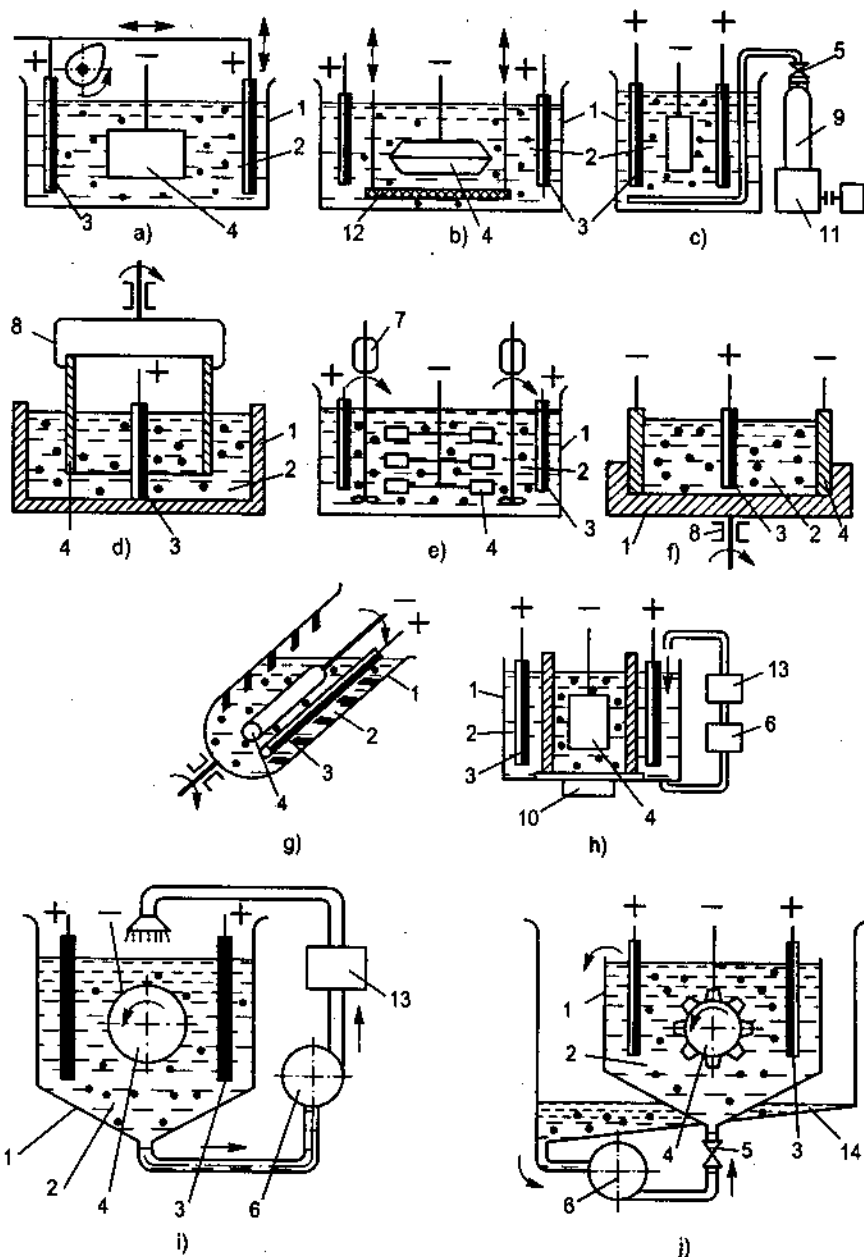
Điều khác biệt của thiết bị mạ phức hợp và thiết bị mạ thông thường là đảm bảo các hạt rắn siêu nhỏ lúc nào cũng ở trạng thái huyền phù. Các phương pháp để đạt được điều này được trình bày trên hình 27.1.

Phương pháp thường dùng có mấy loại, thí dụ như phương pháp bơm, phương pháp khuấy bằng không khí nén, hoặc khuấy cơ khí, lọc tuần hoàn liên tục v.v... Phương pháp bơm có ưu điểm cấu tạo đơn giản, hạt ở trạng thái huyền phù tốt.

3. Mạ phức hợp niken

(1) Lớp mạ phức hợp chịu mài mòn niken

Niken có thể cùng kết tủa với các hạt siêu nhỏ cứng tạo thành lớp mạ phức hợp. Do sự bồi đắp của các hạt rắn siêu nhỏ, nâng cao độ cứng lớp mạ niken, chịu mài mòn tốt. Ngoài niken ra, hợp kim niken làm nền cũng tạo ra lớp mạ phức hợp hợp kim niken. Hạt chất rắn siêu nhỏ thường dùng nhất là SiC. Công nghệ mạ niken phức hợp chịu mài mòn xem bảng 27.3.



Hình 27.1. Các loại thiết bị màng phức hợp.

- a) Di động catốt b) Bơm c) Khuấy không khí d) Quay chi tiết e) Khuấy cơ khí
 f) Quay ly tâm g) Quay nghiêng chi tiết h) Rung điện tử hoặc siêu âm.
 i) Tuần hoàn liên tục j) Tuần hoàn liên tục

1. Bể màng; 2. Dung dịch điện phân; 3. anốt; 4. Chi tiết; 5. Bơm; 7. Máy khuấy;
 8. Thiết bị quay; 9. Máy nén không khí; 10. Nguồn rung; 11. Máy lọc không khí;
 12. Tấm chất dẻo nhiều lỗ; 13. Máy lọc; 14. Bể ngoài.

Bảng 27.3. Chế độ công nghệ mạ phức hợp chịu mài mòn niken.

Hàm lượng (g/l)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Thành phần và chế độ												
$\text{Ni}(\text{NH}_2\text{SO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$		350			400		450			3	26	
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$			300	300		250		250	250	300		
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$		7,5	45	45	10	15	10	35	50	50		
$\text{Na}_2\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$									10			
H_3BO_3		30	38	40	50	40	40	40	30	40	Na ₂ WO ₄	
Hóa chất khác					GP - 10		H_3PO_4	H_3PO_4	NaH_2PO_2	CaSO_4		
Tên hạt		Al_2O_3	Al_2O_3	SiC	SiC	Đá kim cương	SiC	SiC	WC	G		
Đường kính hạt (μm)		3,5-14	< 1	1-3	3	7-10	5,5	5	2,5			
Hàm lượng hạt		150	30	100	70-120	170	100	100	7,5	5	C ₆ H ₈ O ₇ ·65	
pH		3-3,5	5-5,4	4	4	4,4	1,2-1,6	2,5	1,5-1,8	3,5-4,5		
Nhiệt độ (°C)		50	45	50	78-52	45	50 ± 1	60	62 ± 1	45-60		
Mật độ dòng điện (A/dm ²)		3	4	5	5	10	15	3	2	1-5		
Hàm lượng hạt trong lớp mạ (%)		7	3,5-4	2,5-4	11	20	7	10,1	43,2	10-36	W51-53 W44-51	
Hàm lượng chất khác trong lớp mạ												
Lớp mạ							P 3,5-6	P 7,8	P12			

Thông thường hàm lượng chất rắn trong lớp mạ tăng lên khi tăng hàm lượng chất rắn trong dung dịch, sự thay đổi các thành phần khác trong dung dịch, ảnh hưởng rất nhỏ đến hàm lượng chất rắn trong lớp mạ. Ảnh hưởng các tham số công nghệ mạ đối với hàm lượng SiC trong lớp mạ Ni-Si xem bảng 27.4. Quy luật thay đổi lớp mạ phức hợp khác cũng tương tự như trên.

Bảng 27.4. Ảnh hưởng các tham số công nghệ mạ đối với hàm lượng SiC trong lớp mạ Ni-SiC

Tham số mạ	Hàm lượng SiC trong lớp mạ
Nâng cao nồng độ SiC trong dung dịch	Tăng lên rõ rệt
Tăng cường khuấy	Giảm đi
Nâng cao nhiệt độ	Không thay đổi
Nâng cao mật độ dòng điện	Giảm đi rõ rệt
Nâng cao pH	Giảm đi
Cho chất phụ gia hữu cơ	Không ảnh hưởng
Cho chất hoạt động bề mặt ion dương	Tăng lên rõ rệt
Cho chất hoạt động bề mặt ion âm	Giảm đi rõ rệt

(2) Lớp mạ phức hợp tự bôi trơn và chống dính

Chế độ công nghệ mạ phức hợp lớp mạ này xem bảng 27.5. Chúng đều có tác dụng tự bôi trơn. Trong đó lớp mạ Ni-MoS₂, Ni-(CF)_n sử dụng trong môi trường khí quyển đến chân không cao, hệ số ma sát của chúng không thay đổi, nhưng lớp mạ chịu nhiệt kém. Lớp mạ Ni-BN có tính năng bôi trơn tốt và giảm hệ số ma sát, chịu nhiệt tốt.

Lớp mạ phức hợp chống dính sử dụng lớp mạ Ni-(CF)_n, Ni-(CF₂-CF₂)_n và Ni-PTFE.

Bảng 27.5. Chế độ công nghệ lớp mạ phức hợp niken tự bôi trơn và chống dính.

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế						
	1	2	3	4	5	6	7
NiSO ₄ ·7H ₂ O	310		250	250	240-350	250	240
Ni(NH ₄ SO ₃) ₂ ·4H ₂ O		322					
NiCl ₂ ·6H ₂ O	50	30	45	45	40 - 50		45
H ₃ BO ₃	40	34	40	40	35 - 45	40	30
Metaflon 603					5 - 15		
Metaflon 604					7 - 15		
Metaflon 605					1 - 3		

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế						
	1	2	3	4	5	6	7
Chất phụ gia A						15ml/l	
Chất phụ gia B						1ml/l	
Tên hạt	MoS ₂	MoS ₂	BN	(CF) _n	(CF ₂ - CF ₂) _n	(CF) _n hoặc PTFE	Grafit
Kích thước hạt (μm)	3	2 - 30	< 0,5	< 0,5	0,3 - 3	0,3	5 - 15
Hàm lượng hạt	5	200	30	60	60 - 150	50	5
pH	1 - 2	2 - 5	4,3	4,3	4 - 4,5	4,2	1,5
Nhiệt độ (°C)	20 - 35	50	50	50	40 - 60	50	55
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	1 - 10	2,5					
Hàm lượng chất rắn trong lớp mạ (% Thể tích)	24 - 12	60 - 25	9	6,5	-	10 - 15	3 - 4

III - MẠ ĐIỆN DÂY

1. Đặc điểm công nghệ

Mạ điện dây cũng là một loại mạ phức hợp. Phương pháp của nó là do quá trình mạ, hạt chất rắn siêu nhỏ (thông thường là hạt kim cương) kết tủa bám trên bề mặt vật mạ, sau đó lại mạ tiếp trong dung dịch không có những hạt này, làm cho những hạt siêu nhỏ được cố định chắc chắn trong lớp mạ. Như vậy hàm lượng chất rắn trong lớp mạ đạt đến 50 - 75%.

Do những hạt chất rắn này trong lớp mạ có độ cứng cao, hàm lượng cao, nên dùng để mạ dụng cụ cắt gọt gia công nguyên liệu cứng, như mũi khoan thăm dò khoáng sản, dụng cụ mài gia công hợp kim cứng, lưỡi cưa cắt, sửa chữa khuôn mẫu có độ cứng cao, dũa v.v..., dao cụ mũi khoan dùng cho nha khoa, đồ sứ thủy tinh v.v...

2. Chế độ công nghệ

(1) Xử lý bề mặt trước khi mạ

Xử lý bề mặt trước khi mạ theo công nghệ thường dùng, và cách điện bề mặt không mạ.

(2) Mạ lót

Thông thường mạ lót niken trong dung dịch muối sunfat.

(3) Mạ điện dây

Dung dịch mạ thường dùng là dung dịch mạ niken, sắt niken, hợp kim coban, niken thông thường. Khi mạ, treo vật mạ thẳng đứng với bề mặt nằm ngang để bột đá kim cương phân bố đều trên bề mặt, tiến hành mạ với mật độ

dòng điện thấp. Nguyên nhân như sau:

a. Do sự che lấp của những hạt không dẫn điện, cho nên diện tích bề mặt mạ thực tế bé hơn nhiều diện tích bề mặt chi tiết.

b. Do sự tích lũy của các hạt ảnh hưởng đến sự đối lưu khuếch tán đến bề mặt chi tiết, nâng cao phân cực nồng độ, vì thế khi dùng mật độ dòng điện cao rất dễ vượt quá giới hạn trên mật độ dòng điện cho phép, thoát nhiều khí hydro. Như vậy làm phân tán hạt bột kim cương, làm cho giá trị pH dung dịch ở bề mặt chi tiết nâng cao, hình thành kết tủa hydroxit, làm xấu chất lượng lớp mạ.

Ngoài ra, trước khi cho bột kim cương vào cần phải xử lý làm ướt, để đảm bảo độ bám chắc giữa các hạt với lớp mạ. Độ hạt bột kim cương phải theo quy định. Thời gian mạ không quá dài. Lấy thí dụ mạ hợp kim niken, sắt, chế độ công nghệ như sau:

$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	200 g/l
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	60 g/l
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	30 g/l
$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	30 g/l
H_3BO_3	40 g/l
Sắckarin	3 g/l
$\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaO}_4\text{S}$	0,2 g/l
Chất làm bóng	3 ml/l
pH	3 – 4
Nhiệt độ	50 – 70 °C
Mật độ dòng điện	2 – 3 A/dm ² .

Hàm lượng niken trong lớp mạ 70%, bột kim cương sử dụng có độ hạt 30 μm , mạ trong thời gian 10 phút.

(4) Mạ tăng độ dày

Có thể tiến hành mạ trong bể mạ có hạt chất rắn nhưng đã lắng trong, cũng có thể mạ trong bể mạ khác. Mục đích làm cho các hạt siêu nhỏ bám chắc vào lớp mạ. Độ dày lớp mạ tương đương với độ hạt chất rắn.

(5) Mạ bóng

Những chi tiết cần yêu cầu trang sức, cần mạ lớp mạ niken bóng trong bể mạ niken bóng, sau đó mạ crôm.

(6) Tu sửa bề mặt

Loại bỏ bavaria, gai trên bề mặt.

(7) Xử lý cuối cùng

Loại bỏ lớp cách điện và sấy khô.

Chương 28

MẠ TRÊN HỢP KIM KẼM ĐÚC

I - KHÁI NIỆM

Đặc điểm của chi tiết hợp kim kẽm đúc là giá thành thấp, dùng phương pháp đúc áp lực có thể tạo ra chi tiết có hình dáng phức tạp, dung sai nhỏ, hiệu suất lao động cao, chi phí gia công thấp. Hiện nay được dùng rộng rãi để trang sức và chế tạo các chi tiết có hình dáng phức tạp, chịu lực không lớn, thay thế cho các nguyên liệu được chế tạo từ sắt thép, đồng và hợp kim đồng.

Hợp kim kẽm dùng để đúc thường là hợp kim nhôm kẽm. Trong công nghiệp thường sử dụng 4 loại hợp kim đúc xem bảng 28.1.

Bảng 28.1. Thành phần và nhãn hiệu hợp kim kẽm đúc.

Thành phần Hàm lượng (g/l) Nhãn hiệu	Nhôm - Đồng		Magiê	Kẽm
ZZnAl ₁₀ Cu ₅ Y	9 - 12	4,0 - 5,5	0,03 - 0,06	Còn lại
ZZnAl ₃ Cu _{1,5} Y	8 - 11	1,0 - 2,0	0,03 - 0,06	Còn lại
ZZnAl ₄ Cu ₃ Y	3,9 - 4,3	2,5 - 3,5	0,03 - 0,10	Còn lại
ZZnAl ₄ Cu ₁ Y	3,5 - 4,5	0,37 - 1,25	0,03 - 0,08	Còn lại
ZZnAl ₄ Cu ₁ Y	3,5 - 4,5	0,5 - 0,9	0,08 - 0,15	Còn lại
ZZnAl ₄ Y	3,5 - 4,3	-	0,03 - 0,08	Còn lại

Vì tính ổn định hóa học của hợp kim kẽm kém, trong không khí dễ bị ăn mòn, do đó cần phải có lớp mạ để bảo vệ chống gỉ và trang sức.

Để nâng cao sản phẩm mạ hợp cách, tốt nhất dùng hợp kim có 4% nhôm, chất lượng kẽm đúc có yêu cầu nhất định.

Thiết kế khuôn mẫu và công nghệ đúc không tốt đều làm cho bề mặt vật đúc có khiếm khuyết như: nứt, lỗ xốp, rỗ khí, bong v.v... Chi tiết ở giữa hai nửa khuôn đúc thường có bavaria. Lượng bavaria này phải ít để tiện gia công cơ khí, nếu phải gia công nhiều xuất hiện lỗ xốp, gây khó khăn cho mạ.

Khi mạ hợp kim kẽm đúc, cần chú ý đến những đặc điểm của hợp kim kẽm đúc và dùng biện pháp xử lý thích hợp.

Bề mặt vật đúc là lớp không có lỗ xốp, nhưng dưới bề mặt đó là lớp có nhiều lỗ. Vì thế khi đánh bóng bề mặt không để lộ ra lớp này, làm giảm độ bền ăn mòn.

– Do điều kiện kết tinh của vật đúc, sinh ra trên bề mặt pha nhiều nhôm hoặc pha nhiều kẽm. Vì thế khi xử lý không được tẩy dầu và ăn mòn trong kiềm mạnh hoặc axit mạnh, bởi vì kiềm mạnh sẽ hoà tan pha nhiều nhôm, axit mạnh hoà tan pha nhiều kẽm, làm cho bề mặt vật đúc có nhiều lỗ nhỏ, dùng kiềm mạnh và axit mạnh, sau khi mạ xong dễ bị bong và có bọt khí.

– Hình dáng hợp kim kẽm đúc tương đối phức tạp, do đó khi mạ phải dùng dung dịch có khả năng phân bố tốt, đặc biệt là lớp thứ nhất. Tốt nhất sử dụng dung dịch mạ bóng, tránh việc đánh bóng, giảm nhân lực đánh bóng, bảo đảm độ dày và chất lượng mạ.

– Lớp thứ nhất là lớp đồng, cần phải đủ độ dày, bởi vì khi mạ đồng trên hợp kim, đồng khuếch tán vào kẽm hình thành lớp hợp kim kẽm đồng giòn, lớp mạ đồng càng mỏng, tác dụng khuếch tán càng nhanh. Vì thế độ dày lớp đồng phải đạt trên 7 μm hoặc cao hơn.

– Vì điện thế hợp kim kẽm rất âm, các lớp mạ khác trên đó thường là lớp mạ catốt, độ bền chống gỉ hợp kim kẽm kém, do đó lớp mạ phải đủ độ dày.

II – CÔNG NGHỆ MẠ

1. Kiểm tra phôi

Trước khi mạ cần kiểm tra phôi chặt chẽ. Trên bề mặt có vết nứt, rỗ bọt khí, vết xước v.v... đều không mạ. Phôi có khiếm khuyết không nghiêm trọng xem có thể loại bỏ bằng phương pháp đánh bóng không, nếu không loại bỏ được cũng không mạ.

2. Mài bóng

Mài bóng để loại bỏ bavaria, đường phân lớp khuôn, khiếm khuyết trên bề mặt v.v... Có ba phương pháp:

(1) Mài bóng bằng phốt vôi (hoặc dây đai)

Trên phốt hoặc dây đai gắn hạt mài có độ hạt 0,069 - 0,045mm. Với thuốc đánh bóng đỏ. Hạt mài mới cần làm cùn. Đường kính phốt 50 - 400 mm (tùy theo hình dáng chi tiết), tốc độ vòng quay trục đánh bóng không vượt quá 2500 (vòng/phút). Khi mài bóng chi tiết nhỏ thường dùng tốc độ thấp 1400 (vòng/phút). Khi mài bóng không mài khô, áp lực mài không lớn, để bảo đảm chi tiết không quá nhiệt cục bộ và tránh lượng mài lớn.

(2) Quay bóng

Tiến hành quay bóng trong thùng quay có hạt mài (nhôm oxyt, sứ, chất dẻo, v.v...) và chất thấm ướt (nước xà phòng, chất tẩy v.v...). Trọng lượng giữa

hạt mài và chi tiết là 2,25 : 1. Tốc độ quay thùng không cao để tránh làm xảy xước bề mặt chi tiết, tốc độ quay thường là 5 vòng/phút.

(3) Mài bóng rung

Tiến hành mài bóng rung trong thiết bị đánh bóng rung có hạt mài và chất thấm ướt. Tần số rung là 10 – 50 Hz, biên độ dao động 0,8 – 6,4mm, thời gian 1 – 4 giờ. Thùng rung 0,5 m³ chứa được 900 kg hạt mài và 180 kg chi tiết.

3. Đánh bóng

Đánh bóng để nâng cao độ bóng bề mặt chi tiết, bảo đảm lớp mạ chất lượng tốt. Đánh bóng cũng dùng ba phương pháp giống như mài bóng, nhưng sử dụng hạt mài khác.

(1) Đánh bóng bằng phốt vôi

Phốt sử dụng bằng vải, đầu trên đánh bóng bằng thuốc đỏ sau dùng thuốc đánh bóng trắng. Khi sử dụng thuốc đánh bóng cần chú ý nguyên tắc cho ít, cho nhiều lần. Vì cho nhiều thuốc đánh bóng, thuốc đánh bóng dính vào chỗ lõm chi tiết, làm tẩy đầu khó khăn, nếu ít thuốc đánh bóng, bề mặt chi tiết quá nhiệt sinh ra điểm rõ nhỏ, sau khi mạ dễ sinh ra bọt khí. Tốc độ quay phốt đánh bóng không cao, tốc độ quay không vượt quá 2150 vg/phút, những chi tiết nhỏ hoặc hình dáng phức tạp dùng tốc độ quay thấp 1100 – 1600 vg/phút. Độ thô bề mặt $R_a = 0,025 - 0,05 \mu\text{m}$.

(2) Quay bóng

Tốc độ của thùng là 600 vg/phút, tiến hành quay bóng khi cho chi tiết với hỗn hợp hạt mài và chất thấm ướt. Thời gian quay 5 – 10 phút. Độ thô bề mặt $R_a = 0,2 \mu\text{m}$.

(3) Đánh bóng rung

Trong thùng đánh bóng rung cho chi tiết với hạt nhựa, hạt mài loại nhôm oxyt, tần số rung 50Hz, biên độ dao động 3,6 – 6,4 mm, thời gian rung 2 – 4 giờ, có độ thô bề mặt $R_a = 0,15 - 0,25 \mu\text{m}$. Nếu sử dụng hạt mài và hạt nhựa tinh, độ thô bề mặt $R_a = 0,08 - 0,13 \mu\text{m}$. Tỷ lệ hạt mài và chi tiết là 5 – 6 : 1.

Cần chú ý mài bóng và đánh bóng, độ dày bề mặt bị mất đi không vượt quá 0,05 – 0,1mm để đề phòng và làm giảm lỗ xấp lợ ra trên bề mặt.

(4) Tẩy dầu

a) Tẩy dầu trước

Loại bỏ dầu mỡ, thuốc đánh bóng trên bề mặt chi tiết bằng dung môi hữu cơ hoặc chất hoạt động bề mặt, như vậy có thể rút ngắn thời gian tẩy dầu, làm giảm sự ăn mòn chi tiết.

Công nghệ này cần tiến hành ngay sau khi đánh bóng, nếu không sẽ dính thuốc đánh bóng, rất khó tẩy đi.

b) Tẩy dầu dung dịch kiềm

Tẩy dầu dung dịch kiềm, chế độ công nghệ xem bảng 28.2. Nói chung đều sử dụng tẩy dầu catốt, thời gian ngắn. Nếu như trong dung dịch có chất hoạt động bề mặt trung tính, tiến hành tẩy dầu siêu âm hai lần có hiệu quả tốt.

Bảng 28.2. Chế độ công nghệ tẩy dầu hợp kim kẽm đúc.

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế			
	1	2	3	
NaOH	1 - 2			
Na ₂ CO ₃	30 - 40	15 - 30	20 - 40	
Na ₃ PO ₄ ·12H ₂ O	50 - 60	20 - 30	20 - 40	15 - 20
Xà phòng		1 - 2		1 - 2
Nhiệt độ (°C)	60 - 70	50 - 70	60 - 70	55 - 65
Mật độ dòng điện catốt (A/dm ²)	3 - 5	3 - 4	2 - 5	Không có điện
Thời gian (phút)	10 - 20 giây	0,5 - 1	1 - 2	2 - 5

(5) Ăn mòn nhẹ

Chế độ công nghệ xem bảng 28.3. Nói chung đều sử dụng dung dịch HF, phải khống chế thời gian tẩy, nồng độ dung dịch tốt, nếu không lớp mạ bám không chắc. Khi thao tác, sau khi bọt khí thoát ra đều trong 2 - 3 giây là được.

Bảng 28.3. Chế độ công nghệ ăn mòn nhẹ hợp kim kẽm đúc.

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế					
	1	2	3	4	5	6
HF (40%)	5 - 10	20 - 30				12-15 ml/l
H ₂ SO ₄ (98%)			2,5 - 7,5	20 - 30	15 - 25	
HCl (37%)					10 - 15	
H ₃ BO ₃						3 - 5
Nhiệt độ (°C)	thường	thường	thường	thường	thường	thường
Thời gian (giây)	5 - 6	3	25 - 40	5	3 - 5	20 - 30

(6) Hoạt hóa

Để nâng cao độ bám chắc của lớp mạ, tiến hành hoạt hóa theo phương pháp sau:

- Khi mạ lót đồng xianua hoặc đồng kẽm xianua, ngâm trong dung dịch NaCN 3 – 10g/l, không cần rửa, đưa vào bể mạ.

- Khi mạ lót trong dung dịch niken trung tính có muối natri citrat, ngâm trong dung dịch axít citric 30 – 50 g/l, không cần rửa, đưa vào bể mạ.

(7) Mạ lót

Mạ lót là nhân tố quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng lớp mạ. Mạ lót yêu cầu dung dịch mạ lót ăn mòn yếu với kim loại nền, trên bề mặt chỉ tiết hình thành lớp mạ phủ đều, bám chắc, bảo đảm thuận lợi cho lớp mạ sau này.

Mạ lót nói chung đều sử dụng phương pháp mạ lót đồng xianua và mạ niken trung tính, cũng có khi dùng dung dịch đồng kẽm xianua, dung dịch pirophotphat v.v... Để đảm bảo chắc chắn, tốt nhất mạ lót đồng xianua, sau đó mạ niken trung tính.

a) Chế độ công nghệ mạ lót đồng xianua hoặc đồng kẽm xianua xem bảng 28.4. Khi mạ lót, nồng độ CuCN không cao quá, nhiệt độ không vượt quá 60°C, để đề phòng lớp mạ bong rộp. Lúc đầu (thời gian 2 phút) dùng mật độ dòng điện lớn. Quan hệ giữa độ dày lớp mạ đồng lót với lớp mạ sau xem bảng 28.5.

Bảng 28.4. Chế độ công nghệ mạ lót đồng hoặc đồng kẽm xianua hợp kim kẽm dúc.

Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3	4
CuCN	20 – 30	20 – 25	20 – 45	20 – 25
NaCN	6 – 8	7 – 12	10 – 20	40 – 45
Na ₂ CO ₃			15 – 75	
KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O	35 – 45	10 – 15		
NaOH			3,8 – 7,5	
Zn(CN) ₂				8 – 14
NH ₄ OH				0,3 – 0,8 (ml/l)
pH				9,8 – 10,5
Nhiệt độ (°C)	50 – 60	30 – 35	50 – 57	15 – 35
Mật độ dòng điện (A/dm ²)	0,5 – 0,8	0,6	2,5	0,5 – 1,5

Bảng 28.5. Độ dày nhỏ nhất lớp mạ đồng lót hợp kim kẽm đúc.

Lớp mạ sau khi mạ lót	Mạ niken trung tính	Mạ niken thường	Mạ bóng đồng axít	Mạ dung dịch pirofotfat đồng bóng xianua
Độ dày lớp mạ đồng lót (μm)	1 – 2	5	3 – 4	1 – 2

Sử dụng dung dịch mạ lót dung dịch đồng kẽm xianua thay thế dung dịch đồng xianua, có hiệu quả tốt. Bởi vì dung dịch này làm việc ở pH và nhiệt độ thấp, ăn mòn yếu với kim loại nền, cải thiện độ bám chắc lớp mạ.

b) Chế độ mạ lót niken, xem bảng 28.6. Các phương pháp đều sử dụng dòng catốt, lúc đầu dùng mật độ dòng điện cao, thời gian 2 – 3 phút. Độ dày lớp mạ 5 – 7 μm .

Bảng 28.6. Chế độ công nghệ mạ lót niken hợp kim kẽm đúc

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế	1	2	3
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$		90 – 100	150 – 180	90 – 100
NaCl		15 – 20	10 – 20	10 – 15
$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		200 – 220	170 – 200	110 – 130
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$		50 – 60	10 – 20	
H_3BO_3				20 – 30
pH		8	6,6 – 7,0	7,0 – 7,2
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)		35 – 45	38 – 40	50 – 60
Mật độ dòng điện (A/dm^2)		1 – 2	0,8 – 1	1,0 – 1,5

Trong quá trình mạ, nếu phát hiện chi tiết rơi vào bể phải lấy ra ngay, để phòng kẽm bị ăn mòn đi vào dung dịch, nếu không lớp mạ giòn, thậm chí có vết đen.

(8) Mạ

Tiến hành mạ bình thường theo công nghệ đã quy định.

Chương 29

MẠ HÓA HỌC

I – KHÁI NIỆM

Mạ hóa học là quá trình kết tủa kim loại sinh ra do phản ứng oxy hóa khử được khống chế, dưới tác dụng chất xúc tác.

Điều kiện để thực hiện mạ hóa học như sau:

1. Điện thế bị oxy hóa chất khử trong dung dịch cần nhỏ hơn điện thế bị khử ion kim loại, làm cho kim loại có thể kết tủa trên nền.
2. Dung dịch pha chế không tự phân hủy, khi tiếp xúc với chất xúc tác mới có quá trình kết tủa kim loại.
3. Điều chỉnh nhiệt độ, pH dung dịch có thể khống chế tốc độ khử kim loại, tức là điều chỉnh tốc độ mạ.
4. Kim loại bị khử tách ra, có tác dụng xúc tác, như vậy lớp mạ mới tăng độ dày.
5. Chất sinh ra trong phản ứng không cản trở quá trình mạ, tức là dung dịch có tuổi thọ sử dụng thích hợp.

Thành phần dung dịch mạ hóa học bao gồm muối kim loại, chất khử, chất tạo phức, chất làm đệm, chất điều chỉnh pH, chất ổn định, chất thấm ướt, chất làm bóng v.v...

So sánh với lớp mạ điện, mạ hóa học có độ dày đồng đều, lỗ xốp nhỏ, không cần thiết bị dòng điện một chiều, có thể kết tủa trên phi kim loại, và có một số tính năng đặc biệt, nhưng giá thành so với mạ điện cao, dùng chủ yếu trong trường hợp mạ đặc biệt.

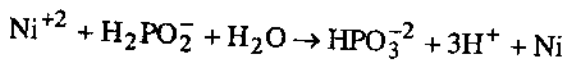
Còn có công nghệ thu được lớp mạ nhờ phản ứng trao đổi, không cần dòng điện một chiều gọi là mạ nhúng hoặc mạ trao đổi. Đặc điểm của lớp mạ này là công nghệ đơn giản, lớp mạ mỏng, chỉ dùng cho trường hợp không cần độ dày lớp mạ hoặc lớp mạ lót trước khi mạ.

II – MẠ NIKEN HÓA HỌC

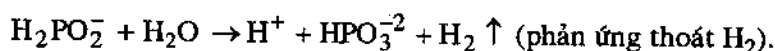
1. Mạ niken hóa học, chất khử là NaH_2PO_2

(1) Đặc điểm công nghệ

Mạ niken hóa học được sử dụng rộng rãi, với chất khử thường dùng là NaH_2PO_2 . Phản ứng như sau:



$\text{H}_2\text{PO}_2^- + \text{H} \rightarrow \text{P} + \text{H}_2\text{O} + \text{OH}^-$ (một bộ phận H_2PO_2^- bị khử thành P lẫn vào lớp mạ).



Đặc điểm của lớp mạ này là:

a) Lớp mạ thu được là lớp mạ hợp kim Ni-P có hàm lượng P nhất định. Hàm lượng P thay đổi theo thành phần và chế độ làm việc, trong khoảng 3 – 14%.

b) Chống gỉ tốt, đặc biệt khi hàm lượng P cao. Độ bền chống gỉ trong môi trường nhiều chất ăn mòn tốt hơn mạ điện niken.

c) Độ cứng cao. Độ cứng tế vi lớp mạ này là 500 – 600 HV, cao hơn lớp mạ niken rất nhiều. Khi nhiệt luyện ở 400°C , độ cứng đạt trên 1000HV. Có thể thay đổi lớp mạ crôm cứng, độ dẻo kém hơn lớp mạ niken.

d) Dễ hàn, nhưng hàn nóng chảy, kém hơn lớp mạ niken.

e) Bề ngoài lớp mạ niken hóa học giống như thép không gỉ có màu vàng như lớp mạ niken.

Mạ niken – photpho hóa học dùng để mạ bảo vệ chống gỉ thiết bị hóa công, mạ chịu mài mòn chi tiết cơ khí phức tạp, mạ chi tiết điện tử để hàn, mạ phi kim loại, mạ che chắn điện tử của máy điện tử v.v...

(2) Chế độ công nghệ

a) Dung dịch axit. Đặc điểm dung dịch này là dung dịch ổn định, dễ khống chế, tốc độ kết tủa cao, hàm lượng P trong lớp mạ cao (thông thường từ 7 – 11%). Trong sản xuất thường dùng loại này. Chế độ công nghệ xem bảng 29.1.

Bảng 29.1. Chế độ công nghệ mạ niken hóa học axit.

Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	30	25	20	23	21	30	25–30	20–30	21	
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$										30
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	36	30	24	18	24	36	25–30	20–35	23	10
$\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$		20				CH_3C OOH 12ml/l	20–25	10		5
$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	14						38	10		13
$\text{Na}_3\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_3$		30				30				
$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_5$	15		16							

Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$C_2H_4O_4$	5		18	12						
$C_3H_6O_3$ (88%)	15ml/l			20ml/l	30ml/l		5,7ml/l	5ml/l	42,5ml/l	
$C_3H_6O_2$	5ml/l				2ml/l	4ml/l		8ml/l	2ml/l	
Ion chl (*)		2mg/l	1mg/l	1mg/l	1mg/l	1mg/l	1mg/l		1mg/l	
(NH_2) CS		3mg/l								
Chất khác	MoO_3 5mg/l							KIO_3 15mg/l	$C_4H_6O_6$ 0,5 NaF 0,5	
pH	4,8	5,0	5,2	5,2	4,5	4,6	4,8	5,2 - 5,4	4,7	4 - 6
Nhiệt độ ($^{\circ}C$)	90	90	95	90	95	88	88-92	75-92	97	90- 100
Tốc độ mạ $\mu m/gi\ddot{o}$	10	20	17	15	17	15	13	-	20	7
Hàm lượng P trong lớp mạ	10-11	6-8	8-9	7-8	8-9	<8	-	7-8	-	-

(*) Cho vào dưới dạng $PbCl_2$ hoặc $Pb(CH_3COO)_2$

b) *Dung dịch kiểm*: Phạm vi pH của dung dịch này rộng, hàm lượng P trong lớp mạ thấp (khoảng 3 - 7%). Dung dịch nhạy với tạp chất. Dùng NH_4OH để điều chỉnh pH, do NH_4OH dễ bay hơi, nên thường xuyên điều chỉnh, do đó dung dịch này không sử dụng thường xuyên. Chế độ công nghệ xem bảng 29.2.

Bảng 29.2. Chế độ công nghệ mạ niken hóa học kiểm.

Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3	4	5	6	7
$NiSO_4 \cdot 7H_2O$	33						
$NiCl_2 \cdot 6H_2O$		45	30	25	24	24	
$NaH_2PO_2 \cdot H_2O$	17	11	10	8	20	20	27
NH_4Cl	50	50	50	40			32
H_3BO_3						40	
$Na_3BO_3 \cdot 10H_2O$					38		

Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3	4	5	6	7
$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	84	100		60	60	60	60
$(\text{NH}_4)_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$			65				Chất ổn định 4 mg/l
pH (*)	9,5	8,5–10,0	8–10	8–9	8–9	8–9	7,5–8,0
Nhiệt độ (°C)	85	90–95	90–95	85–88	90	90	85
Tốc độ mạ $\mu\text{m}/\text{giờ}$		10	8		10–13		18–20

(*) Pha chế 1–4 dùng NH_4OH điều chỉnh pH, pha chế 5,6 dùng NaOH điều chỉnh pH.

c) Dung dịch nhiệt độ trung bình, thấp

Thông thường chế độ làm việc dung dịch axit và kiềm ở nhiệt độ cao. Như vậy không những tiêu hao năng lượng, mà không mạ được chất dẻo không chịu nhiệt độ, vì vậy phải chọn dung dịch có nồng độ trung bình, thấp. Chế độ công nghệ xem bảng 29.3.

Bảng 29.3. Chế độ công nghệ mạ niken hóa học nhiệt độ trung bình, thấp.

Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	25		30	40	20–30	30	25–30	30	30
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$		40–60							
$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	25	30–60	24	25	20–30	30	25–30	22	22
NH_4Cl					20–35				
$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		60–90		20	10–15				30
$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	50					60	30		
$\text{N}(\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})_3$				25 ml/l		100 ml/l			$\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$
Na_2ATMP			30						15
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$			30						$\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2\text{N}$
$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (30%)	30–50 ml/l		6 ml/l	Na_2CO_3 4					15 $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_4$ 5
$\text{KC}_2\text{H}_3\text{O}_3$		10–30							
pH	10–11	5–6	6–7	9,2	8,5–9,5	9,5–10,5	9,5–10	8,5–10	8,5–10
Nhiệt độ (°C)	65–70	60–65	75	45–50	40–50	40–60	45–50	60–65	60–65
Tốc độ mạ ($\mu\text{m}/\text{giờ}$)	15	–	–	–	–	10	10–15	15–20	8–15

(3) Pha chế dung dịch

Dung dịch thông thường pha chế như sau:

a) Hoà tan riêng biệt các hóa chất cần dùng.

b) Hỗn hợp các chất tạo phức và chất làm đệm (dung dịch $C_3H_6O_3$ cần trung hoà bằng $NaHCO_3$ đến $pH = 5$), sau đó cho dung dịch muối niken vào trong đó, khuấy đều.

Dung dịch kiềm có NH_4Cl và NH_4OH thì hỗn hợp dung dịch muối Niken và NH_4Cl , sau đó cho NH_4OH đến khi có màu xanh đậm, sau đó cho muối pyrophosphat hoặc muối citrat vào.

c) Cho các hóa chất khác vào trừ NaH_2PO_2 , khuấy đều.

d) Vừa khuấy vừa cho NaH_2PO_2 vào.

e) Cho nước làm loãng đến thể tích quy định, điều chỉnh pH bằng kiềm hoặc axit.

f) Lọc và sử dụng.

4. Duy trì công nghệ

a) Khi nồng độ $NiSO_4$ và NaH_2PO_4 tăng lên, tốc độ kết tủa tăng nhanh, nhưng tính ổn định giảm đi. Hai loại hóa chất này là thành phần chủ yếu dung dịch mạ Ni hóa học, cần thường xuyên bổ xung. Khi bổ xung 2 loại phải lần lượt bổ xung từng loại một, khi cho vào nhiệt độ thấp càng tốt và khuấy đều.

b) Các hóa chất khác, có loại là chất tạo phức, có loại là chất làm đệm. Khi hàm lượng của chúng tăng lên, làm tăng tính ổn định dung dịch và làm giảm tốc độ kết tủa. Nhưng cũng có loại như $C_3H_6O_3$, $Na_3C_2H_3O_3$, $C_4H_6O_4$ thường làm tăng tốc độ kết tủa.

c) Những Ion kim loại như thiếc, kẽm, chì cadini v.v..., những hợp chất có lưu huỳnh, MoO_3 v.v... là chất xúc tác độc. Khi hàm lượng rất ít, có tác dụng làm ổn định dung dịch. Nhưng hàm lượng cao làm cho niken không kết tủa được. Vì vậy phải khống chế tốt hàm lượng này.

d) Trong dung dịch axit, khi $pH < 3$, niken không bị khử. Khi pH tăng cao, tốc độ mạ tăng lên, $pH > 6$ sinh ra kết tủa. Thông thường khống chế $pH = 4,5 - 5$.

Trong dung dịch kiềm, pH trong phạm vi quy định ảnh hưởng không lớn đến tốc độ mạ, pH cao làm giảm tính ổn định dung dịch.

Trong quá trình sử dụng, pH không ngừng giảm đi. Khi điều chỉnh pH , tiến hành điều chỉnh bằng dung dịch kiềm, lúc dung dịch mạ nguội, để phòng sự phân huỷ dung dịch.

d) Để đề phòng dung dịch quá nhiệt, bị phân huỷ, gia nhiệt dung dịch bằng thùng hai vỏ. Nếu gia nhiệt trực tiếp bằng điện hoặc hơi cần có hệ thống bơm tuần hoàn liên tục hoặc sục bằng không khí nén.

e) Diện tích của chi tiết cho vào dung dịch mạ là: $0,5 - 1,5 \text{ dm}^2/\text{lít}$. Khi mạ quay lượng tải trọng bằng $1/3$ thể tích thùng quay.

i) Thùng mạ, làm bằng tôn hoặc thép không gỉ lót bằng chất dẻo, thùng sứ chịu axít v.v...

Khi làm bằng thép không gỉ, chọn loại thép không gỉ 316 (OCr17Ni12Mo2). Trước khi sử dụng cần thụ động hóa trong HNO_3 30 - 50%, thời gian 24 giờ. Khi sử dụng tốt nhất dùng anốt bảo vệ, bốn thanh sắt ở 4 bên bể mạ là catốt, cũng có thể lấy chi tiết mạ là catốt, bể mạ là anốt, giữa hai cực cho dòng điện 1 chiều 1V, để cản trở sự phát sinh quá trình mạ niken trên bề mạ.

k) Khi mạ hóa học nhiệt độ cao, vật mạ (đặc biệt là vật lớn) cần gia nhiệt khi đưa vào bể mạ.

n) Cần phải định kỳ hoặc liên tục lọc dung dịch để loại bỏ tạp chất rắn trong dung dịch. Khi thành bể có lớp niken, cần phải tẩy trong HNO_3 . Dung dịch dùng xong phải lọc, giữ ở nhiệt độ thấp.

5. Đánh giá tuổi thọ dung dịch

Mạ niken hóa học, trong quá trình sử dụng, đã bổ xung các loại hóa chất, điều chỉnh pH, bảo đảm chế độ công nghệ trong phạm vi quy định, nhưng trong dung dịch không ngừng tích lũy muối của Axít H_3PO_3 , làm giảm tốc độ mạ, khi tốc độ mạ giảm đến giá trị thấp, dung dịch không sử dụng được, cần bỏ đi. Tuổi thọ dung dịch là một trong những chỉ tiêu quan trọng đánh giá tính năng dung dịch. Đánh giá tuổi thọ dung dịch có mấy phương pháp sau:

a) Chu kỳ thay mới. Lượng muối niken cần bổ xung vào trong dung dịch cũ bằng lượng niken ban đầu là một chu kỳ, số chu kỳ bổ xung muối niken. Khi dung dịch mất tác dụng là chỉ tiêu đánh giá tuổi thọ dung dịch.

b) Lượng mạ: Độ dày lớp mạ khi mạ diện tích 1 dm^2 trong 1 lít dung dịch khi dung dịch mất tác dụng, Đơn vị là $\mu\text{m}/\text{dm}^2$ lít.

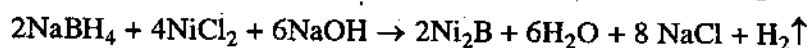
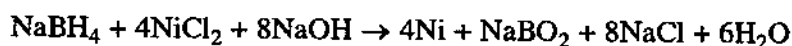
c) Giá trị cho phép của Na_3PO_3 . Biểu thị nồng độ Na_3PO_3 cho phép khi dung dịch mất tác dụng. Khi hàm lượng cao, biểu thị tuổi thọ dung dịch càng dài.

Trước kia cho rằng lấy chu kỳ thay mới để đánh giá tuổi thọ sử dụng, hiện nay cho rằng tiêu chuẩn đánh giá chính xác là diện tích bề mặt mạ có độ dày nhất định theo tiêu chuẩn.

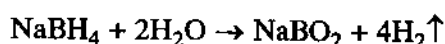
6. Mạ niken hóa học chất khử là NaBH_4

(1) Đặc điểm công nghệ

NaBH_4 là chất khử mạnh, trong dung dịch kiềm ion niken bị khử, phản ứng như sau:



Ngoài phản ứng trên còn có phản ứng phụ như sau:



Theo phản ứng trên, lớp mạ có tổ chức Ni + Ni₂B. Chế độ công nghệ khác nhau, hàm lượng B thay đổi trong phạm vi 1 – 8%.

Dung dịch này sử dụng trong dung dịch kiềm mạnh pH > 14, nếu không bị thủy phân, phân huỷ.

Lớp mạ Ni-B có đặc điểm sau:

a) Lớp mạ có cấu tạo vô định hình, sau khi gia nhiệt ở nhiệt độ 400°C, thời gian 1 giờ chuyển thành Ni₂B có cấu tạo tinh thể.

b) Độ cứng cao, đặc biệt khi hàm lượng B 1%, độ cứng tế vi 500 HV, cho nên là lớp mạ chịu mài mòn cho các nguyên liệu không chịu nhiệt (như chất dẻo, hợp kim nhôm cường độ cao). Khi xử lý nhiệt ở nhiệt độ 400°C có thể nâng cao độ cứng.

c) Điểm nóng chảy là 1450°C cao hơn nhiều điểm nóng chảy lớp mạ Ni – P (điểm nóng chảy 890°C).

d) Tính hàn tốt, rất dễ hàn thiếc với chất hàn không ăn mòn (như nhựa thông).

đ) Lớp mạ có B 4 – 5% là lớp mạ phi từ tính, sau khi xử lý nhiệt là lớp có từ tính, khi B dưới 0,5%, lớp mạ có từ tính, sau khi xử lý nhiệt không thay đổi.

e) Giá thành của NaBH₄ đắt hơn NaH₂PO₂ nhưng lượng dùng rất nhỏ, nên giá thành dung dịch không cao.

(2) Chế độ công nghệ

Dung dịch có tính kiềm mạnh, để đề phòng Ni(OH)₂ kết tủa, phải dùng chất tạo phức mạnh. Ngoài ra có thể cho thêm một số chất ổn định (như ion Pb, ion Tl, NaF, K₂S₂O₅ v.v...). Chế độ công nghệ xem bảng 29.4.

Bảng 29.4. Chế độ công nghệ mạ niken hóa học chất khử là NaBH₄.

Hàm lượng (g/l) / Thành phần và chế độ	Pha chế				
	1	2	3	4	5
NiCl ₂ ·6H ₂ O	20		20 – 30	30	30
NaBH ₄	0,4	2,3	0,7 – 1,0	1	0,5
NiSO ₄ ·7H ₂ O		20			

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế				
	1	2	3	4	5
NaOH	90	Điều chỉnh pH = 12,5	50 - 70	40	40
C ₂ H ₆ N ₂	90		50 - 70	15	60
KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O		40		40	
K ₂ S ₂ O ₅				2	
Ti ₂ SO ₄	0,4		0,03-0,05		
PbCl ₂					0,06
NaF					3
pH	14	12,5	13 - 14		-
Nhiệt độ (°C)	95	40 - 50	85 - 90	60	90 - 95
Tốc độ mạ (µm/giờ)	15 - 20			4	

(3) Pha chế dung dịch

a) Ngoài NaBH₄, các hoá chất khác hoà tan trong nước với lượng nước thích hợp.

b) Hỗn hợp muối niken và chất tạo phức.

c) Cho vào một lượng lớn dung dịch NaOH và dung dịch chất ổn định.

d) Hoà tan NaBH₄ với lượng nhỏ dung dịch NaOH, sau đó vừa khuấy vừa cho vào dung dịch trên.

e) Cho nước làm loãng đến thể tích quy định.

(4) Duy trì công nghệ

Duy trì công nghệ mạ niken hoá học chất khử là NaBH₄ theo nguyên tắc duy trì công nghệ mạ niken hoá học chất khử là NaH₂PO₂.

III - MẠ ĐỒNG HOÁ HỌC

1. Đặc điểm công nghệ

Mạ đồng hoá học chiếm địa vị quan trọng. Mạ trong các dung dịch khác nhau được lớp đồng tinh khiết. Nó thường làm lớp mạ lót cho lớp phi kim loại, kim loại hoá lỏng trong mạch điện ion, lớp mạ chắn điện từ trong máy điện tử v.v... Khi làm lớp mạ lót, độ dày lớp mạ dưới 1 µm, khi làm lớp mạ khác, độ dày vài micron.

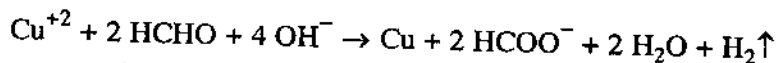
2. Chế độ công nghệ

Mạ đồng hoá học thường dùng chất khử là HCHO. Nhưng do ở môi trường kiềm (pH = 11–13) HCHO mới có tính khử, vì thế dung dịch có ion Cu^{+2} cần có chất tạo phức. Đặc điểm chất tạo phức khác nhau xem bảng 29.5.

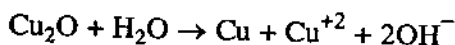
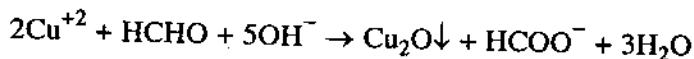
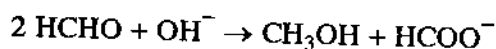
Bảng 29.5. Đặc điểm chất tạo phức khác nhau trong dung dịch mạ đồng hoá học.

Loại chất tạo phức	$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	EDTA	$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ và EDTA
Đặc điểm dung dịch mạ đồng hoá học	Tính ổn định dung dịch kém, nếu không có chất ổn định dễ bị phân hủy, nhiệt độ thấp, tốc độ mạ chậm, độ dẻo kém, giá thành thấp.	Dung dịch ổn định tốt, nhiệt độ cao, có thể mạ được lớp đồng dày. Tính năng lớp mạ tốt, giá thành cao.	Dung dịch ổn định tốt, có thể mạ được lớp mạ dày. Tính năng lớp mạ tốt, giá thành thấp hơn dung dịch EDTA

Nguyên lý phản ứng của các loại dung dịch giống nhau, phản ứng chủ yếu như sau:



Ngoài phản ứng trên, còn có phản ứng phụ:



Phản ứng phụ của HCHO làm tiêu hao HCHO, đồng thời sự hình thành HCOO^- cản trở sự khử Cu^{+2} , hình thành Cu^{+1} . Phản ứng oxy hóa khử trong dung dịch tạo thành Cu_2O , trong dung dịch kiềm sinh ra bột đồng; làm mất tác dụng của dung dịch.

Để cải thiện tính năng dung dịch, thu được lớp mạ đồng tốt cần cho thêm các chất phụ gia như sau.

(1) **Chất ổn định:** Chọn chất tạo phức rất mạnh với đồng, làm cho Cu^{+2} tạo thành chất tạo phức ổn định, để phòng tạo thành Cu_2O . Những chất tạo phức thường dùng là: $\text{C}_{10}\text{H}_8\text{N}$, NaCN, hợp chất iot, hợp chất lưu huỳnh v.v...

Ngoài ra còn dùng hợp chất cao phân tử hấp phụ trên bề mặt bột đồng. (Thí dụ như poliglicola, giêlatin v.v...) làm cho dung dịch ổn định.

(2) **Chất tăng tốc:** Những chất này có tác dụng khử phân cực, thúc đẩy quá trình mạ tốc độ nhanh. Một số chất ổn định cũng có tác dụng tăng tốc.

(3) **Chất phụ gia khác:** Cho chất thấm ướt làm bột khí H_2 thoát ra dễ dàng, làm giảm độ giòn Hydro. Chất ổn định còn làm giảm tạp chất Cu_2O có

trong lớp mạ, nâng cao độ dẻo lớp mạ, cho CH_3OH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ làm cản trở HCHO sinh ra phản ứng phụ.

Chế độ công nghệ mạ đồng hóa học với các chất tạo phức khác nhau xem bảng 29.6, 29.7, 29.8.

Bảng 29.6. Chế độ công nghệ mạ đồng hóa học chất tạo phức $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$.

Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3	4	5
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	5	10 – 20	10 – 15	15	10
$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	25	40 – 60	40 – 60	45 – 50	22
HCHO (37%)	5 ml/l	10 – 15 ml/l	10 – 15 ml/l	10 – 15 ml/l	
NaOH	7	8 – 14	8 – 14		10
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,1	0,15 – 0,30		2	
CH_3OH			30 – 150 ml/l		
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	33 ml/l			10 – 30 ml/l	
$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$		0,1 – 0,15	0,01 – 0,02	0,10 – 0,13	
Poliglicola (M = 6000)		30 – 60 mg/l		50 – 70 mg/l	
NaBH_4					1,3
NH_4OH (25%)					140 ml/l
pH	11,5 – 13,5	12,5 – 13,0	11,5 – 13,0	12,5 – 13,0	13,3
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	30	25 – 40	15 – 40	25 – 30	20
Tốc độ mạ ($\mu\text{m}/\text{giờ}$)		0,4 – 0,5	0,4 – 0,5	0,3 – 0,4	3

Bảng 29.7. Chế độ công nghệ mạ đồng hóa học chất tạo phức là EDTA.

Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	1	2	3	4	5	6	7
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	10 – 15	5 – 10	15	10 – 15	10	7,5	12,5
$\text{EDTANa}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	30 – 45	30 – 40	45	40 – 50	45	93	45
$\text{CH}_3\text{COOH} \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ (40%)	5 – 8 ml/l	10 – 15 ml/l	10 ml/l	8 – 10 ml/l	10 ml/l		
NaOH						16,6 ml/l	
$\text{C}_{10}\text{H}_8\text{N}$	20	đạt pH	đạt pH	15			

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế						
	1	2	3	4	5	6	7
$K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$	100mg/l	100mg/l		10 mg/l	5 mg/l	10 mg/l	
Poliglicola (M= 1000)			10 mg/l	100 mg/l	0,05mg/l		
$C_6H_{14}N_4O_2$					0,05mg/l		
$NaBH_4$							0,8
NaCN							0,4
pH	13,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	13
Nhiệt độ (°C)	25-40	70-90	70	60-65	60	60	25
Tốc độ mạ ($\mu m/gi\ddot{o}$)	2	10	7-10	5	4,1	4	2,5

Bảng 29.8. Chế độ công nghệ mạ đồng hóa học chất tạo phức là $KNaC_4H_4O_6$ và EDTA.

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế				
	1	2	3	4	5
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	14	16	30	10-20	12,5
$KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$	16	15	26	50-70	33,8
$Na_2EDTA \cdot 2H_2O$	20	24	36,5	5-8	30
HCHO (37%)	45 ml/l	16 ml/l	28 ml/l	60-80 ml/l	
NaOH	12	14	27		
Na_2CO_3				10-20	
$C_6H_{15}O_3N$				4-6	
$C_{10}H_8N$		24 mg/l	20 mg/l		
$K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$		12 mg/l	10 mg/l		
$NaBH_4$					0,82
NaCN					4 mg/l
pH	12,5	13,0-13,5	12,5	12-13	13
Nhiệt độ (°C)	15-50	40	40-50	20-25	25
Tốc độ mạ ($\mu m/gi\ddot{o}$)		7-9			2,5

3. Pha chế dung dịch

Thành phần các loại dung dịch khác nhau, nhưng pha chế đều theo nguyên tắc sau:

(1) Hòa tan riêng biệt các hóa chất đồng sunfat, chất tạo phức, natricacbonat, natrihidroxyt vào trong một lượng nước thích hợp.

(2) Hỗn hợp đồng sunfat với chất tạo phức.

(3) Cho dung dịch NaOH và Na_2CO_3 vào trong dung dịch trên, dung dịch không có NaOH thì dùng dung dịch NaOH điều chỉnh pH đến quy định.

(4) Chất phụ gia hòa tan trong nước cất, những phụ gia khó hòa tan trong nước thì hòa tan bằng cồn, sau đó cho vào dung dịch trên.

(5) Cho nước cất đến mức quy định

(6) Sau khi cho HCHO có thể sử dụng được.

4. Duy trì công nghệ

(1) Bảo đảm sự ổn định dung dịch

Tính ổn định dung dịch là mục tiêu quan trọng nhất của mạ đồng hóa học. Để nâng cao tính ổn định dung dịch, ngoài việc cho chất ổn định, còn chú ý mấy điểm như sau:

a) Bảo đảm dung dịch sạch, phải dùng phương pháp lọc liên tục hoặc định kỳ để loại bỏ hạt đồng và những tạp chất cơ khí khác trong dung dịch. Khi mạ vật liệu phi kim loại, không để lẫn dung dịch làm nhảy và dung dịch hoạt hóa vào. Kịp thời làm sạch lớp mạ ở thành bể.

b) Khi không sử dụng dung dịch, dùng H_2SO_4 loãng điều chỉnh pH = 9–10, trước khi sử dụng, dùng NaOH loãng điều chỉnh pH đến bình thường.

c) Khi pha hóa chất để bổ sung, cần pha loãng dung dịch, vừa khuấy, vừa cho vào.

d) Gia nhiệt dung dịch bằng thùng hai vỏ, để tránh dung dịch quá nhiệt.

(2) Không chế số lượng mạ

Số lượng chi tiết mạ trong dung dịch phải thích hợp, nếu ít năng suất lao động thấp, nếu nhiều dung dịch dễ phân hủy, thông thường không chế trong khoảng 2 – 3 $\text{dm}^2/\text{lít}$.

(3) Khuấy

Tốt nhất khuấy bằng không khí nén, như vậy có thể không chế sự hình thành Cu_2O và loại bỏ bọt khí sinh ra trên bề mặt.

(4) Định kỳ phân tích điều chỉnh

Cần định kỳ phân tích điều chỉnh dung dịch, nếu có điều kiện tiến hành không chế tự động thành phần dung dịch và chế độ làm việc. Nếu không có điều kiện, định kỳ thay thế dung dịch cũ đã sử dụng nhiều lần.

5. Dung dịch mạ đồng hóa học chất khử là NaH_2PO_2

Dung dịch mạ chất khử là NaH_2PO_2 không có khí thoát ra, tuổi thọ sử dụng dung dịch dài, nhưng đồng không phải chất xúc tác của phản ứng oxy hóa, vì vậy phải cho vào dung dịch một ít muối niken, mới làm cho quá trình mạ đồng tiến hành bình thường.

Chế độ công nghệ của nó như sau:

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	6 g/l
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	28 g/l
$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	15 g/l
H_3BO_3	30 g/l
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,5 g/l
$(\text{NH}_2)_2\text{CS}$	0,2 mg/l
pH	9,2
Nhiệt độ	65°C

IV – MẠ BẠC HÓA HỌC

1. Đặc điểm công nghệ

Mạ bạc hóa học để làm lớp mạ lót dẫn điện vật liệu phi kim loại và kính phản xạ. Dung dịch chỉ sử dụng một lần, giá thành cao.

2. Chế độ công nghệ

Dung dịch mạ gồm hai loại muối bạc và chất khử muối bạc về cơ bản là dung dịch phức amôniac, chất khử là $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$, HCHO , $\text{N}_2\text{H}_4\text{H}_2\text{SO}_4$ v.v... Năng lực khử của $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ và $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ yếu, dùng để mạ nhúng, HCHO , $\text{N}_2\text{H}_4\text{H}_2\text{SO}_4$ khả năng khử mạnh, có thể mạ phun.

Chế độ công nghệ mạ bạc hóa học xem bảng 29.9.

Dung dịch mạ bạc có muối bạc là $\text{NaAg}(\text{CN})_2$, chất ổn định là $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$ tính ổn định tốt, có thể mạ được lớp bạc dày, chế độ công nghệ như sau:

$\text{NaAg}(\text{CN})_2$	1,8 g/l
NaCN	1,0 g/l
NaOH	0,8 g/l
$(\text{NH}_2)_2\text{CS}$	0,25 mg/l
$(\text{CH}_3)_2\text{NHBH}_3$	2 g/l
Nhiệt độ	55 – 60°C
Tốc độ mạ:	4 μm /giờ

Bảng 29.9. Chế độ công nghệ mạ bạc hóa học.

<div> <div>Pha chế</div> <div>Hàm lượng (g/l)</div> </div>		Dung dịch mạ nhúng								Dung dịch mạ phun			
Thành phần và chế độ		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dung dịch muối bạc	AgNO ₃	60	12	7,5	10	4-5	2,5	16	25	19	25	7	10
	NaOH	42										4	
	KOH		15	7,5	20	5	2,2	8					
	NH ₄ OH (25%)	thích hợp	thích hợp	12-25 ml/l	~12 ml/l	thích hợp	thích hợp	thích hợp	50ml/l	thích hợp	thích hợp	thích hợp	thích hợp
Dung dịch khử	C ₆ H ₁₂ O ₆	45	5	7,5	40	80	2,2					2,5	
	C ₆ H ₈ O ₆	2											
	KNaC ₄ H ₄ O ₆ 4H ₂ O							30					
	C ₂ H ₅ OH	100 ml/l											
	HCHO (38%)									71 ml/l		1 ml/l	
	C ₆ H ₁₃ NO ₃									7 ml/l	8 ml/l		
	C ₂ H ₂ O ₂										20 ml/l		
	N ₂ H ₄ , H ₂ SO ₄								9,5				20
	NaOH												5
	NH ₄ OH (25%)								10 ml/l				
Nhiệt độ (°C)		15-20	15-16	thường	5-20	thường	6-8	10-20	thường	thường	thường	thường	thường
Thời gian (phút)			10			5-10		10					
Tỷ lệ thể tích dung dịch muối bạc và dung dịch khử		1:1	1:3	2:1	1:1	2:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1

3. Pha chế dung dịch

(1) Pha chế dung dịch muối bạc

- Hòa tan riêng biệt từng phần AgNO₃, NaOH vào trong nước cất
- Vừa khuấy vừa cho dần dần NH₄OH vào trong dung dịch AgNO₃, đến khi kết tủa AgOH hòa tan hết.
- Vừa khuấy vừa cho dung dịch NaOH (hoặc KOH) vào dung dịch trên, lúc này sẽ có kết tủa AgOH, cho vài giọt NH₄OH nữa.

Đối với dung dịch không có NaOH (hoặc KOH) có thể cho trực tiếp NH_4OH vào dung dịch AgNO_3 đến khi kết tủa hòa tan, lại cho thêm 2 – 3 giọt nữa.

d) Cho nước cất đến mức quy định, cho vào bình thủy tinh nâu, đậy nút kín, để ở chỗ tối.

(2) Pha chế dung dịch khử

a) Dung dịch khử $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ hoặc $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$

Hòa tan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ hoặc $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ trong nước cất, cho nước cất đến mức quy định.

b) Dung dịch khử $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ với $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$: Hòa tan lần lượt $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ và $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ trong 1000 ml nước cất, đun sôi 10 phút, để nguội, cho $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Pha chế xong, để 1 tuần, nâng lực khử tốt nhất.

c) Dung dịch khử HCHO với $\text{C}_6\text{H}_{15}\text{NO}_3$: vừa khuấy vừa cho $\text{C}_6\text{H}_{15}\text{NO}_3$ vào trong nước cất, sau đó cho HCHO hoặc $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$, cho nước cất đến mức quy định.

Dung dịch khử phải chứa trong bình nâu, để chỗ mát, tránh ánh sáng mặt trời.

(3) Dung dịch $\text{NaAg}(\text{CN})_2$

a) Hòa tan riêng biệt các hóa chất trong nước cất.

b) Hỗn hợp dung dịch $\text{NaAg}(\text{CN})_2$ với dung dịch NaCN, sau đó cho các dung dịch khác.

c) Cho nước cất đến mức quy định, lọc, sử dụng.

4. Duy trì công nghệ

(1) Khi để lâu dung dịch pha chế, vì sợ bay hơi có thể trên thành bình tạo thành hỗn hợp nổ (AgNH_3AgN v.v...). Vì thế phải để dung dịch trong bình nâu kín, ở chỗ mát để tránh ánh sáng mặt trời. Dung dịch nước thải cũng có khả năng gây nổ, vì thế cho HCl vào trong dung dịch nước thải để tạo thành AgCl kết tủa, như vậy có thể tránh được sự cố, có thể thu hồi bạc.

(2) Trước khi sử dụng mới hỗn hợp hai loại dung dịch muối bạc và dung dịch khử. Bởi vì tính ổn định không tốt, chỉ sử dụng một lần, cho nên phải nâng cao số lượng mạ, để tận dụng dung dịch mạ.

(3) Tính ổn định lớp mạ bạc kém, trong không khí dễ oxy hóa biến màu, vì vậy khi mạ xong phải rửa ngay, và tiến hành các công nghệ xử lý về sau. Nếu không mạ cần phải phủ lên lớp màng bảo vệ.

MẠ TRÊN PHI KIM LOẠI

I – KHÁI NIỆM

Mạ trên bề mặt phi kim loại có thể dùng các công nghệ khác nhau như mạ phun, mạ hóa học, mạ điện, mạ chân không, mạ ion v.v..., nhưng công nghệ mạ điện được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp.

Mạ trên phi kim loại, được dùng nhiều nhất là mạ trên bề mặt chất dẻo, đặc biệt là mạ trên nhựa ABS. Chương này chủ yếu giới thiệu công nghệ mạ trên nhựa ABS. Sự khác biệt công nghệ mạ trên nhựa ABS với phi kim loại khác ở chỗ công nghệ làm thô khác nhau, còn các bước khác gần giống nhau.

Mạ trên phi kim loại có thể nâng cao độ cứng, độ mài mòn. Dùng phi kim loại thay thế kim loại có thể tiết kiệm kim loại, giảm các bước công nghệ, độ bám chắc lớp mạ tốt, nhưng giá thành nguyên công mạ cao.

II – YÊU CẦU CHI TIẾT CHẤT DẸO

Mạ trên chất dẻo có thành công hay không, không chỉ liên quan đến công nghệ mạ điện mà còn liên quan mật thiết công nghệ thiết kế, tạo hình chất dẻo. Với góc độ công nghệ mạ, yêu cầu đối với chi tiết chất dẻo như sau:

1. Thiết kế chi tiết mạ

(1) Khi thiết kế cần tuân theo nguyên tắc để đạt được yêu cầu kỹ thuật tốt nhất, có chỗ yêu cầu thật cao, bởi vì những khiếm khuyết trên bề mặt khi mạ xong càng thể hiện rõ rệt.

(2) Hình dáng bề ngoài chi tiết có lợi cho lớp mạ phủ đồng đều, thí dụ góc cạnh phải tròn, bán kính làm tròn góc ≥ 1 mm, độ cao lỗ không vượt quá một nửa đường kính lỗ, nếu không lớp mạ ở đáy lỗ không đạt yêu cầu; tỷ lệ giữa độ rộng và sâu của rãnh chữ V lớn hơn 3.

(3) Chi tiết cần có độ dày thích hợp, nếu mỏng quá dễ biến hình, ảnh hưởng độ bám chắc lớp mạ, nếu dày quá dễ sinh ra vết do co ép. Thông thường độ dày 2,3 – 3 mm mỏng nhất không nhỏ hơn 1,9 mm, dày nhất không lớn hơn 3,8 mm.

(4) Tốt nhất là không có kim loại chèn vào. Bởi vì hệ số dẫn nở nhiệt của kim loại và chất dẻo khác nhau nhiều, thay đổi nhiệt độ dễ sinh ra nứt và dung dịch thấm vào. Nếu không tránh được, thì chọn nhôm có hệ số dẫn nở lớn. Chất dẻo xung quanh chi tiết kim loại có độ dày vừa đủ, bề mặt kim loại phải có rãnh hoặc cán hoa.

(5) Cần nghiên cứu vị trí treo chi tiết, bởi vì điểm tiếp xúc trên giá treo sẽ tạo vết sau khi mạ, vì vậy phải lắp ráp ở vị trí không ảnh hưởng mỹ quan.

2. Yêu cầu công nghệ tạo hình chất dẻo

Lấy thí dụ công nghệ tạo hình chất dẻo ABS, các công nghệ tạo hình chất dẻo khác cũng yêu cầu như vậy.

(1) Nguyên liệu chất dẻo phải sấy ở nhiệt độ $80 - 90^{\circ}\text{C}$ thời gian 4 giờ, nếu không lượng nước còn dư sẽ gây ra bọt khí, vết trên bề mặt chi tiết.

(2) Không sử dụng chất thoát hơi (đặc biệt là loại dầu silic), nếu không sẽ ảnh hưởng đến độ bám chắc. Nếu cần phải dùng, chỉ được sử dụng chất thoát hơi là xà phòng hoặc bột tan.

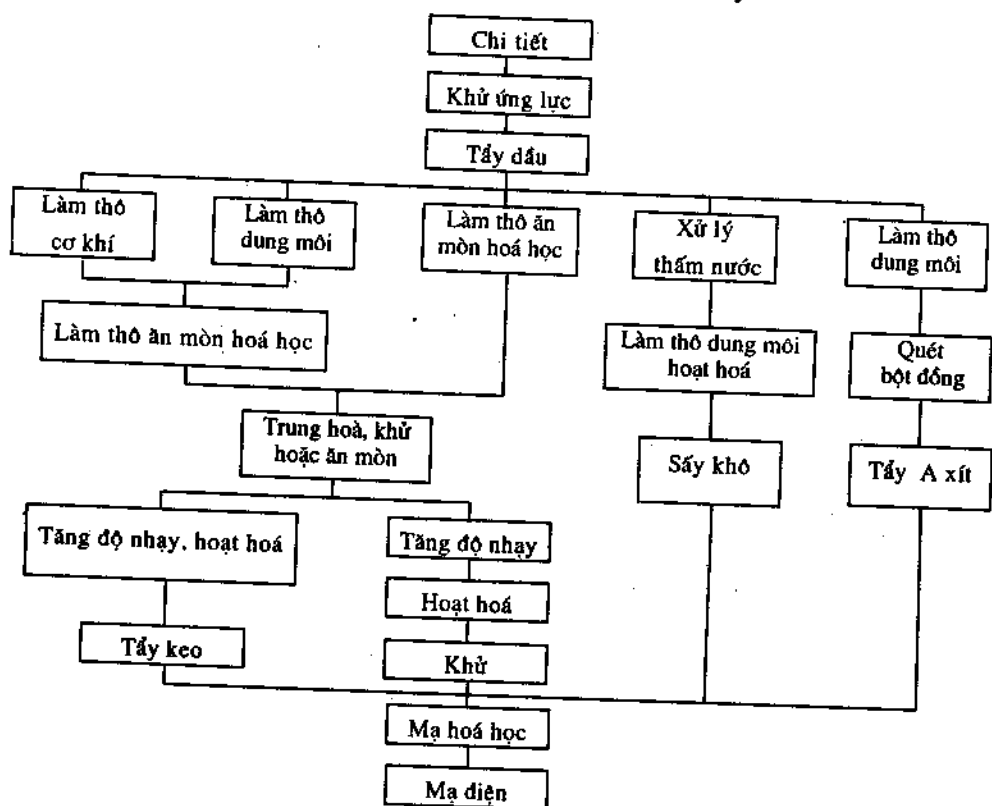
(3) Tạo hình ở nhiệt độ cao ($255 - 275^{\circ}\text{C}$), có lợi cho độ bám chắc lớp mạ.

(4) Nhiệt độ khuôn $45 - 95^{\circ}\text{C}$ là thích hợp.

(5) Nếu dùng nguyên vật liệu cũ, phải không có chất bẩn, không lão hoá, biến chất, tỷ lệ nguyên vật liệu cũ bằng 20% hỗn hợp nguyên vật liệu mới.

III - QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

Quy trình công nghệ mạ trên nhựa ABS xem hình 30.1. Quy trình công nghệ mạ trên phi kim loại khác về cơ bản giống như quy trình này.



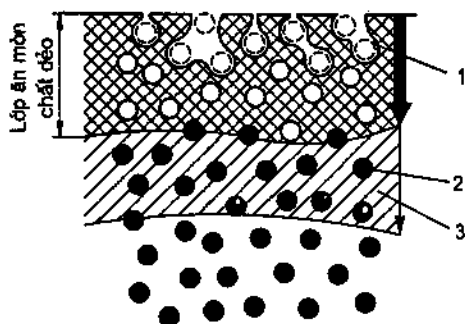
Hình 30.1. Quy trình công nghệ mạ trên nhựa ABS

IV – MẠ TRÊN NHỰA ABS

1. Cấu tạo và thành phần nhựa ABS

Chất dẻo ABS là chất đồng trùng hợp acrylonitril (A) butadien (B) và styrol (S). Trong chất dẻo ABS các thành phần poliacylonitrin và polistiren tạo thành nền nhân tạo đồng nhất (một pha). Trong khi đó polobutadien, xuất hiện trong chất dẻo dưới dạng những hình cầu nhỏ, phân tán đều trong toàn bộ chất dẻo, kích thước các hình cầu polibutadien không vượt quá 1mm. Tỷ số nồng độ polibutadien so với polistiren và poliacylonitril là những yếu tố quan trọng, có ảnh hưởng đến tính chất vật lý chất dẻo, khả năng bám chắc lớp mạ, đối với chất dẻo ABS hàm lượng polibutadien được khống chế trong phạm vi 18 – 23%, lớp mạ có độ bám chắc tốt nhất.

Nhựa ABS khi xử lý trong dung dịch có tính oxy hóa thích hợp, các hạt polibutadien sẽ bị hoà tan tạo thành vô số lỗ nhỏ trên bề mặt ABS, bảo đảm cho lớp mạ bám tốt. Cấu tạo nhựa ABS sau khi làm thô hoá học xem hình 30.2.



Hình 30.2. Cấu tạo nhựa ABS sau khi làm thô hoá học.

1. Rãnh hình thành sau khi ăn mòn; 2. Hạt polibutadien; 3. Nền của polistiren và poliakrylonitril

2. Khử ứng lực

Những chất có ứng lực làm cho độ bám chắc lớp mạ không tốt, dùng phương pháp dưới đây có thể kiểm tra nội ứng lực của chi tiết chất dẻo ABS.

Ngâm trong dung dịch axit axêtic

Cho chi tiết ngâm trong dung dịch Axit axêtic ở nhiệt độ $24 \pm 3^{\circ}\text{C}$, thời gian 30 giây, lấy ra rửa sạch, sau đó để khô kiểm tra bề mặt. Nếu trên bề mặt có những vết nứt nhỏ thì vẫn còn nội ứng lực. Vết nứt càng nhiều, ứng lực càng lớn.

Lại tiếp tục theo tác trên, ngâm vào axit axêtic thời gian 2 phút, lại kiểm tra bề mặt, nếu trên bề mặt chất dẻo có vết nứt sâu, thì nội ứng lực rất lớn.

Chi tiết chất dẻo ABS có ứng lực cần phải khử ứng lực ở nhiệt độ $60 - 70^{\circ}\text{C}$, thời gian 2 – 4 giờ. Cũng có thể dùng phương pháp ngâm trong axêton 25% (thể tích), thời gian 30 phút.

3. Tẩy dầu

Chỉ tiết có lớp dầu mỡ khi lấy ra khỏi khuôn, để hoặc vận chuyển. Trước khi làm thô cần phải tẩy dầu, tiến hành tẩy dầu trong bể tẩy dầu sắt thép ở nhiệt độ 50 – 70°C, cũng có thể tẩy dầu trong cồn.

4. Làm thô

Mục đích làm thô để nâng cao tính thấm nước của bề mặt chi tiết và hình thành độ thô thích hợp, bảo đảm lớp mạ bám chắc tốt. Làm thô là công nghệ mấu chốt nhất quyết định độ bám chắc lớp mạ.

Có nhiều phương pháp làm thô, hiệu quả không giống nhau. Nếu nói về nâng cao độ bám chắc lớp mạ thì có làm thô ăn mòn; làm thô dung môi; làm thô cơ khí. Cũng có khi đồng thời sử dụng các phương pháp này. Trong sản xuất đối với nhựa ABS không dùng phương pháp làm thô cơ khí và làm thô dung môi.

Chế độ công nghệ làm thô ăn mòn xem bảng 30.1.

Bảng 30.1. Chế độ công nghệ làm thô ăn mòn hoá học nhựa ABS.

Pha chế Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Dung dịch hỗn hợp CrO ₃		Dung dịch H ₂ SO ₄ cao		Dung dịch H ₃ PO ₄		Dung dịch CrO ₃
	1	2	3	4	5	6	7
CrO ₃	400–430	250–350	20–30	10–20	9		≥ 900
K ₂ Cr ₂ O ₇						30	
H ₂ SO ₄	330–405 (180–200)	600 (325) (ml/l)	1000 (543) (ml/l)	1104–1288 (600–700) (ml/l)	957 (520) (ml/l)	877 (477) (ml/l)	
H ₃ PO ₄ (85%)					238 (104) (ml/l)	282 (166) (ml/l)	
Nhiệt độ (°C)	60–70	60–70	60–70	60–70	60–70	60–70	60–70
Thời gian (phút)	10–30	15–30	30–60	30–60	30–60	30–60	30–60

Hiệu quả làm thô tốt nhất là dung dịch hỗn hợp CrO₃ cao. Dung dịch này có tốc độ làm thô nhanh, độ bám chắc tốt. Nhiệt độ làm thô là nhân tố quan trọng, nhiệt độ dưới 60°C, tốc độ làm thô chậm, nhiệt độ cao, thời gian làm thô ngắn.

Cần phải thấy rằng, hiệu quả làm thô đối với các loại chất dẻo có ảnh hưởng rất lớn, mặc dù đó là chất dẻo ABS mạ, các nhà sản xuất khác nhau, nhãn hiệu khác nhau, điều kiện làm thô khác nhau. Vì thế trước khi sản xuất cần phải làm thí nghiệm, để tìm ra nhiệt độ và thời gian thích hợp.

Phương pháp pha chế dung dịch là hoà tan CrO_3 trong nước, vừa khuấy, vừa cho dần dần H_2SO_4 , sau đó cho nước đến thể tích quy định. Không được cho CrO_3 vào trong H_2SO_4 , để phòng hoà tan không hoàn toàn.

Kiểm tra chất lượng làm thô, ngoài việc xem bề mặt có bị làm ướt hoàn toàn không, còn có thể phán đoán qua quan sát bề mặt ngoài, xem bảng 30.2.

Bảng 30.2. Quan hệ giữa mức độ làm thô và đặc tính bề mặt.

Mức độ làm thô	Đặc tính bề mặt
Làm thô không đủ	Bề mặt bóng, phản xạ tốt khi nguồn sáng mạnh
Làm thô thích hợp	Bề mặt hơi đen, bóng nhưng không phản quang.
Làm thô hơi quá	Bề mặt đen, nhưng vẫn bóng.
Làm thô quá	Bề mặt có vật trắng.
Làm thô quá nghiêm trọng	Bề mặt có vết nứt, thô.

5. Trung hòa khử hoặc ăn mòn

Mục đích công nghệ này là rửa sạch CrO_3 còn lưu lại trên bề mặt, để phòng nhiễm bẩn dung dịch làm nhạy hoặc hoạt hoá, có thể tiến hành xử lý trong dung dịch dưới đây:

- Trung hoà trong dung dịch NH_4OH 10% (thể tích).
- Trung hoà trong dung dịch NaOH 50 – 100g/l.
- Khử dung dịch Na_2SO_3 10 – 50g/l.
- Khử trong dung dịch $\text{N}_2\text{H}_4\text{H}_2\text{O}$ 2 – 10ml/l, HCl 10 – 15ml/l.
- Ăn mòn trong dung dịch HCl 100 – 200 ml/l.

Điều kiện xử lý ở nhiệt độ thường, thời gian 1 – 3 phút.

6. Làm nhạy

Mục đích làm nhạy là làm cho bề mặt chi tiết sau khi hoạt hoá hấp phụ ion Sn^{+2} có tính khử, để khi hoạt hoá ở bước sau, ion bạc hoặc paladi bị khử thành nguyên tử bạc hoặc paladi có tác dụng xúc tác.

Cho thiếc hạt hoặc thiếc thanh để kéo dài oxy hoá của Sn^{+2} . Ngoài ra Sn^{+2} dễ thủy phân thành $\text{Sn}(\text{OH})\text{Cl}$ kết tủa, khi có kết tủa màu trắng, có thể cho HCl , nếu dung dịch không trong, cần phải lọc.

Khi pha chế, phải dùng nước trao đổi ion và hóa chất tinh khiết. Phương pháp pha chế là hòa tan SnCl_2 trong nước rồi cho vào axit HCl , nếu không SnCl_2 bị thủy phân.

Chế độ công nghệ xem bảng 30.3.

Bảng 30.3. Chế độ công nghệ hoạt hoá nhựa ABS.

Hàm lượng (g/l) / Pha chế	1	2
Thành phần và chế độ		
SnCl ₂ ·2H ₂ O	10 – 30	2 – 5
HCl (37%)	40 – 50 ml/l	2 – 5 ml/l
Nhiệt độ	thường	thường
Thời gian (phút)	3 – 5	3 – 10

7. Hoạt hóa

Ngoài mạ bạc hóa học có thể trực tiếp tiến hành, còn mạ hóa học khác cần phải tiến hành hoạt hoá. Mục đích hoạt hóa là tạo trên bề mặt chi tiết lớp kim loại quý có tác dụng xúc tác, làm cho mạ hoá học tiến hành tự phát.

(1) Hoạt hoá ion

Chế độ công nghệ xem bảng 30.4.

Bảng 30.4. Chế độ công nghệ hoạt hoá ion nhựa ABS

Hàm lượng (g/l) / Pha chế	1	2	3	4	5	6
Thành phần và chế độ						
AgNO ₃	1–3	2–5	30–90			
PdCl ₂				0,2–0,5	0,25–1,5	0,3–0,5
NH ₄ OH	7–10 ml/l	6–8 ml/l	20–100 ml/l			
NH ₄ Cl						0,2–0,5
HCl (37%)				3–10 ml/l	0,25–1 ml/l	
H ₃ BO ₃					20	
pH						7–9
Nhiệt độ (°C)	thường	thường	thường	thường	thường	thường
Thời gian (phút)	3–5	5–10	0,5–5	1–5	0,5–5	2–5

Dung dịch hoạt hoá AgNO₃ chỉ dùng cho mạ đồng hoá học. Khi pha chế phải dùng nước trao đổi ion, để phòng ion Cl⁻ trong nước kết hợp với ion Ag⁺ trong dung dịch hoạt hóa tạo thành AgCl kết tủa. Đồng thời trước khi đưa chi tiết vào bể cũng rửa bằng nước trao đổi ion. Khi pha chế cần hòa tan AgNO₃

trong nước, vừa khuấy, vừa cho dần dần NH_4OH , khi dung dịch có màu nâu đục nâu chuyển sang trong suốt thì không cho NH_4OH nữa. Nếu NH_4OH quá lượng nhiều làm cho ion Ag^+ chuyển thành $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ổn định, ảnh hưởng đến hiệu quả hoạt hóa. Khi sử dụng cần bảo quản nơi không có ánh sáng chiếu vào, không để lẫn dung dịch làm nhạy, để tránh ion Ag^+ khử thành Ag làm mất tác dụng. Khi dung dịch mất tác dụng, dung dịch có màu nâu hoặc màu nâu đen.

Dung dịch hoạt hoá PdCl_2 có tác dụng xúc tác trong dung dịch mạ đồng hoá học, mạ niken hoá học v.v... dung dịch ổn định, do đó được sử dụng rộng rãi. Trong quá trình sử dụng, dung dịch dần dần biến màu đen, sau khi lọc vẫn sử dụng được. Khi hàm lượng PdCl_2 thấp, cần kịp thời bổ sung. Nâng cao nhiệt độ làm tăng hiệu quả hoạt hóa.

(2) Hoạt hóa dung dịch keo paladi

Hoạt hóa dung dịch keo paladi hợp nhất hai công nghệ làm nhạy và hoạt hóa, thay thế công nghệ làm nhạy và hoạt hóa ion. Để nâng cao độ bám chắc, được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp. Chế độ công nghệ xem bảng 30.5.

Bảng 30.5. Chế độ công nghệ hoạt hóa keo paladi nhựa ABS.

Hàm lượng (g/l)	Pha chế Thành phần và chế độ	1		2	3	4		5	6
		Dung dịch A	Dung dịch B			Dung dịch đầu	Dung dịch bổ sung		
PdCl_2		1		0,2–0,3	0,5–1,0	0,25	1	0,2–0,5	0,5
$\text{SnCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$		2,5g	75	10–20	50	3,5–5,0	10	8–24	35
HCl (37%)		100 ml	200 ml	200 ml/l	330 ml/l	10 ml/l	80 ml/l	10 ml/l	50 ml/l
NaCl						250	150	180	KCl
									178
$\text{Na}_2\text{SnO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$			7g			0,5			
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$						50	50		
$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$						1			
H_2O		200 ml							
Nhiệt độ (°C)		15–40	15–40	20–40	50–60	20–40	20–40	20–40	thường
Thời gian (phút)		2–3	2–3	5–10	5–10	3–10	3–10	1–3	1,5–2

Pha chế 1 là dung dịch hoạt hóa gốc axit, pha chế như sau: Lấy 75g SnCl_2 cho vào 200 ml HCl, khuấy đều hòa tan, sau đó cho vào 7g Na_2SnO_3 đã hòa tan được dung dịch B có màu sữa đục. Trong bình khác cho 1g PdCl_2 hòa tan

trong 100 ml HCl và 200 ml nước trao đổi ion, gia nhiệt hòa tan, ở nhiệt độ $30 \pm 2^\circ\text{C}$ cho vào 2,5 g SnCl_2 . Khuấy đều 12 phút, cho vào dung dịch B, làm loãng đến 1 lít, được dung dịch keo paladi màu nâu, bảo đảm dung dịch ở nhiệt độ $40 - 45^\circ\text{C}$, thời gian 3 giờ, để nâng cao năng lực hoạt hóa và kéo dài tuổi thọ dung dịch.

Pha chế 2, 3 là dung dịch hoạt hóa gốc axit không có Na_2SnO_3 , khi pha chế lấy PdCl_2 hòa tan trong dung dịch HCl, ở nhiệt độ $30 \pm 2^\circ\text{C}$, vừa khuấy, vừa cho SnCl_2 đến khi hòa tan hoàn toàn, tiếp tục khuấy 12 phút, được dung dịch keo paladi, bảo đảm dung dịch ở nhiệt độ $40 - 45^\circ\text{C}$, thời gian 3 giờ, để nâng cao năng lực hoạt hóa và kéo dài tuổi thọ dung dịch.

Khi sử dụng dung dịch hoạt hóa loại này cần chú ý những điểm sau:

a) Không để lẫn ion Cr^{+6} rơi vào, vì Cr^{+6} làm cho Sn^{+2} biến thành Sn^{+4} , ảnh hưởng đến tính ổn định dung dịch. Khi hàm lượng Cr^{+6} vượt quá 0,15 g/l dung dịch hoạt hóa mất tác dụng.

b) Không khi cũng làm tăng tốc độ phân hủy dung dịch, Sn^{+2} oxy hóa thành Sn^{+4} . Vì vậy không được khuấy dung dịch bằng không khí nên khi pha chế dung dịch, dung dịch sử dụng xong phải thay lại.

c) Không để nước lẫn vào, thường thường phải nhúng trong dung dịch SnCl_2 40 g/l, HCl 100 ml/l, ở nhiệt độ thường, thời gian 1 - 3 phút, không rửa mà đưa trực tiếp vào bể hoạt hóa.

d) Khi phát hiện dung dịch phân tầng, phải cho vào 10 - 20 g/l SnCl_2 để làm mất sự phân tầng.

đ) Chi tiết có những phần không mạ được, cần phải tẩy đi, tiến hành hoạt hóa, nếu trực tiếp hoạt hóa, do sự hòa tan lớp mạ, sẽ làm bẩn dung dịch.

e) Nếu nhiệt độ thấp dưới 15°C , hiệu quả hoạt hóa không tốt, cần phải gia nhiệt.

g) Hiệu quả hoạt hóa mạ niken hóa học, không tốt bằng mạ đồng hóa học, vì vậy dung dịch pha mới, trước tiên hoạt hóa dung dịch mạ niken hóa học, sau đó sử dụng để hoạt hóa dung dịch mạ đồng.

h) Khi hàm lượng PdCl_2 thấp hơn 0,1 g/l mất hiệu quả hoạt hóa, cần bổ sung kịp thời.

Khuyết điểm dung dịch hoạt hóa gốc axit là sự bay hơi của HCl làm mất ổn định, không có lợi thao tác.

Pha chế 4, 5 là dung dịch hoạt hóa gốc muối khác với dung dịch 1 - 3, dung dịch dùng NaCl thay thế HCl, dung dịch 4 còn cho thêm $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ và $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$ để làm chậm oxy hóa Sn^{+2} . Đặc điểm dung dịch này, hiệu quả hoạt

hóa tốt, ít độc, ổn định, giá thành thấp, pha chế và duy trì đơn giản. Phương pháp pha chế là lấy PdCl_2 , hòa tan trong một ít dung dịch HCl , cho SnCl_2 hòa tan trong một ít dung dịch HCl , cho SnCl_2 , khuấy hòa tan rồi đổ vào dung dịch NaCl Na_2SnO_3 , $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$ đã pha chế trước, cho nước đến 1 lít, gia nhiệt 40°C , giữ nhiệt thời gian 3 giờ, dung dịch có $\text{pH} = 0,7 \div 0,8$.

Pha chế 6 tính ổn định dung dịch tốt.

Khi sử dụng cần tránh nước rửa lẫn vào, làm loãng và kết tủa dung dịch. Vì thế cần nhúng trong dung dịch NaCl bão hòa, không cần rửa và đưa vào bể. Khi hàm lượng paladi thấp, cần phải bổ sung theo kết quả phân tích. Pha chế dung dịch bổ sung cũng giống như dung dịch ban đầu, chỉ khác là không cần xử lý bảo ôn. Sau khi pha xong cần phải đậy kín. Các thành phần khác không đủ, bổ sung theo kết quả phân tích.

8. Khử hoặc xúc tiến

Chi tiết sau khi hoạt hóa và rửa cần phải khử, để nâng cao hoạt tính xúc tác bề mặt, tăng tốc độ mạ hóa học. Đồng thời còn loại bỏ dung dịch hoạt hóa còn dính trên bề mặt chi tiết, để phòng lẫn vào dung dịch hóa học gây nên phân hủy dung dịch.

Đối với dung dịch hoạt hóa AgNO_3 , khử trong dung dịch HCHO (37%) có hàm lượng 100 ml/l, ở nhiệt độ thường, thời gian 10 – 30 giây. NaH_2PO_2 10 – 30g/l, ở nhiệt độ thường thời gian 10 – 30 giây. Đối với pha chế 6 bằng 30.5, khử trong dung dịch N_2H_4 2 – 5% (thể tích), ở nhiệt độ $20 - 40^\circ\text{C}$, thời gian 3 – 5 phút.

Đối với chi tiết sau khi hoạt hóa keo paladi, trên bề mặt hấp phụ hạt nhỏ keo paladi, không có hoạt hóa xúc tác, phải tẩy lớp keo thủy phân Sn^{+2} hấp phụ xung quanh, làm lộ ra hạt paladi, vì vậy phải tiến hành giai đoạn xúc tiến. Quá trình xúc tiến được tiến hành trong dung dịch HCl (37%) 80 – 120 ml/l, nhiệt độ $35 - 45^\circ\text{C}$, thời gian 1 – 3 phút, cũng có thể tiến hành xúc tiến trong dung dịch dưới đây.

(1) NaOH 50 g/l, nhiệt độ thường, thời gian 0,5 – 3 phút. Phương pháp này dễ sinh ra kết tủa, bề mặt thô, ít dùng. Nhưng phương pháp này thích hợp với các loại chất dẻo, không phải nhựa ABS.

(2) NaH_2PO_2 H_2O 30 g/l, nhiệt độ thường, thời gian 0,5 – 3 phút. Phương pháp này giá thành cao.

(3) HBF_4 50 – 100 g/l, nhiệt độ thường, thời gian 0,5 – 3 phút.

(4) H_2SO_4 100 ml/l, nhiệt độ thường, thời gian 0,5 – 3 phút. Dùng phương pháp này gây ra kết tủa, cần phải lọc liên tục hoặc định kỳ.

Sau khi xử lý xong các giai đoạn trên, bề mặt chi tiết có màu nâu nhạt nếu không như thế, xử lý không đạt, cần phải làm lại.

9. Mạ hóa học

Theo yêu cầu sản phẩm tiến hành mạ đồng hóa học hoặc mạ niken hóa học. Khi mạ niken hóa học cần chú ý nhiệt độ bể mạ phải thấp hơn nhiệt độ biến hình chất dẻo dưới 20°C , để đề phòng chi tiết biến dạng. So sánh ưu khuyết điểm mạ đồng hóa học và mạ niken hóa học xem bảng 30.6. Chế độ công nghệ mạ cụ thể xem chương 29. Thí dụ mạ niken hóa học xem pha chế 6 bảng 29.3, mạ đồng hóa học xem pha chế 1,2 bảng 29.7.

Bảng 30.6. So sánh mạ đồng hóa học và mạ niken hóa học trên phi kim loại.

Lớp mạ	Ưu điểm	Khuyết điểm
Đồng	Tính dẻo tốt, nội ứng lực nhỏ, nhiều vật liệu có thể hoạt hóa trong AgNO_3 , giá thành thấp, làm việc nhiệt độ thường	Tính ổn định kém, chống gỉ kém, tốc độ mạ chậm (10 – 30 phút). Bề mặt dễ sinh ra vết bẩn.
Niken	Dung dịch ổn định, tốc độ nhanh (3 – 10 phút), chống gỉ tốt, kết tinh mịn, không có hiện tượng có vết bẩn và kết tinh thô.	Tính dẻo kém, nội ứng lực lớn, cần gia nhiệt dung dịch cần hoạt hóa muối Paladi, giá thành cao.

10. Mạ đồng

Mặc dù có thể mạ trực tiếp niken trên lớp đồng hoặc lớp niken hóa học, nhưng để nâng cao khả năng chịu nhiệt của lớp mạ, cần phải mạ đồng trước. Bởi vì hệ số giãn nở nhiệt lớp mạ đồng gần với chất dẻo ABS, chi tiết có lớp đồng, độ bền sử dụng ở ngoài trời càng dài.

Khi mạ đồng, không dùng dung dịch xianua, nó sẽ ăn mòn lớp mạ đồng hóa học, gây ra bọt khí. Có thể mạ trực tiếp đồng axit bóng, cũng có thể mạ trong dung dịch muối pirophotphat, sau đó mạ đồng axit bóng. Khi mạ, mật độ dòng điện lúc đầu cần thấp một chút.

Lớp mạ niken hóa học dễ thụ động hóa, khi mạ trực tiếp đồng Axit bóng, khó có thể phủ hết, cần có lớp đồng mỏng để loại bỏ vấn đề này.

Sau khi mạ đồng có thể nhuộm màu và mạ những kim loại khác. Thông thường mạ niken – crôm để bảo vệ trang sức. Cần chú ý, chất dẻo không bị ăn mòn trong khí quyển, nhưng lớp mạ đồng lót vẫn sinh ra gỉ. Độ dày lớp mạ trong điều kiện khác nhau xem bảng 30.7.

Để được các màu khác nhau, trên lớp mạ niken bóng có thể mạ lớp mạ hợp kim, thí dụ đồng kẽm, đồng thiếc, niken – thiếc, thiếc – coban và nhuộm màu sơn điện li.

Bảng 30.7. Độ dày lớp mạ bảo vệ trang sức trên chất dẻo

Độ dày lớp mạ (μm) Lớp mạ	Hoàn cảnh sử dụng	Tốt	Trung bình	Khắc nghiệt	Rất khắc nghiệt
Mạ đồng bóng		13	13	15-20	20
Mạ niken bóng			0-8	13	15
Mạ Ni bóng		5	5-10	5-10	5-8
Mạ Ni composit				2,5	5
Crôm		0,25	0,25	0,25	0,25

Bởi vì lớp dẫn điện trên bề mặt chất dẻo trước khi mạ rất mỏng, chất dẻo nhẹ, vì thế giá treo mạ cần có yêu cầu đặc biệt:

(1) Để phòng chi tiết nổi

Tỷ trọng chất dẻo thường là $1 - 1,2 \text{ g/cm}^3$, để phòng chi tiết nổi, chi tiết phải ép chặt với giá treo, giá treo phải chắc chắn.

(2) Để phòng chi tiết biến hình

Chất dẻo dễ biến hình, chỗ tiếp xúc giá treo chi tiết chất dẻo có độ dày lớn, lực ép không lớn.

(3) Độ dẫn điện đồng đều

Lớp mạ hóa học mỏng, thường chỉ dày $0,1 - 0,2 \mu\text{m}$, bộ phận tiếp xúc giữa chi tiết và giá treo dẫn điện kém, điện trở lớn, vì vậy cần chú ý làm cho diện tích tiếp điểm ít, số lượng nhiều, vị trí tiếp điểm sao cho dòng điện phân bố đồng đều.

V – PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NHỰA ABS KHÁC

1. Phương pháp một bước cùng làm thô trong dung môi, hoạt hóa trong muối bạc

Nguyên lý phương pháp này là chi tiết chất dẻo được nhúng vào trong dung môi thích hợp với AgNO_3 có hàm lượng thích hợp, bề mặt chất dẻo được làm thô, đồng thời, ion bạc được hấp phụ trong lớp thô, sau khi xử lý xong, do sự bay hơi của dung môi, ion bạc được khử thành nguyên tử bạc, đạt được mục đích hoạt hóa. Chế độ công nghệ cụ thể như sau:

(1) Khử ứng lực và tẩy dầu

Tiến hành theo các phương pháp đã trình bày ở trên.

(2) Xử lý thân nước

Chế độ công nghệ xem bảng 30.8, sau khi xử lý tiến hành sấy.

Bảng 30.8. Chế độ công nghệ xử lý thân nước.

Hàm lượng (g/l) / Pha chế	Dung dịch	Dung dịch	Dung dịch
Thành phần và chế độ	$K_2Cr_2O_7$	$KMnO_4$ (*)	CH_3COOH
$K_2Cr_2O_7$	40–55		
H_2SO_4 (98%)	700–900 ml/l	20–50	
CH_3COOH			90–95% (thể tích)
$SnCl_2 \cdot 2H_2O$			5–10
$KMnO_4$		50	
Nhiệt độ (°C)	20–40	60–70	thường
Thời gian (phút)	3–10	10–20	3–5

(*) Sau khi xử lý trên bề mặt có một lớp MnO_2 loại bỏ bằng cách ngâm vào trong dung dịch axit oxalic (hoặc thiếc clorua) 20 g/l, thời gian 3 – 5 phút.

(3) Làm thô và hoạt hóa

Chế độ công nghệ xem bảng 30.9. Trong đó $C_2H_4Cl_2$ có tác dụng làm thô, C_2H_5OH , $(CH_2OH)_2$ có tác dụng hòa tan $AgNO_3$, hỗ trợ hòa tan $C_2H_4Cl_2$. Pha chế 1, C_2H_5OH điểm sôi thấp, tiêu hao nhanh, dễ bắt lửa, pha chế 2 không có khuyết điểm này. Phương pháp pha chế dung dịch là hòa tan $AgNO_3$ trong nước khử ion cho NH_4OH đến khi trong suốt, cho C_2H_5OH hoặc $(CH_2OH)_2$ khuấy đều rồi cho $C_2H_4Cl_2$.

Bảng 30.9. Chế độ công nghệ làm thô, hoạt hóa dung môi và muối bạc.

Hàm lượng (g/l) / Pha chế	1	2
Thành phần và chế độ		
$C_2H_4Cl_2$	80–150	80–150
C_2H_5OH	850–920	
$(CH_2OH)_2$		850–920
$AgNO_3$	5–10	5–10
Nhiệt độ (°C)	10–30	10–30
Thời gian (phút)	10–20	10–20

(4) Sấy

Có thể để khô tự nhiên 1 – 4 ngày cũng có thể sấy ở nhiệt độ 60 – 70°C, thời gian 0,5 – 1 giờ. Cần chú ý trước khi sấy cần vẩy khô dung môi trên bề mặt hoặc để khô mới cho vào tủ sấy, để tránh bắt lửa.

(5) Mạ hóa học

Tiến hành mạ hóa học như phương pháp đã trình bày ở trên.

2. Phương pháp làm thô trong dung môi, quét bột đồng

Phương pháp này dựa trên cơ sở, sau khi làm thô trong dung môi, sau đó quét lớp bột đồng để dẫn điện bề mặt. Công nghệ làm thô giống như phương pháp công nghệ một bước cùng làm thô, hoạt hóa như đã trình bày trước. Công nghệ như sau:

(1) Làm thô trong dung môi

$C_2H_3Cl_3$ 80 – 95% (thể tích)

C_2H_5OH 5 – 20% (thể tích)

Nhiệt độ: thường

Thời gian: 10 – 60 giây.

(2) Quét bột đồng

Quét bột đồng có độ hạt 50 – 100 μ m, sau đó dùng chổi lông hoặc phớt đánh bóng vải loại bỏ bột đồng bám nổi trên bề mặt.

(3) Ăn mòn

HCl (37%): 100 – 200 ml/l

Nhiệt độ thường

Thời gian 5 – 15 giây.

(4) Rửa, mạ hóa học

Sau khi rửa, tiến hành mạ hóa học.

VI – MẠ TRÊN NHỰA POLIPROPYLEN (P.P)

1. Tính năng và phân loại

Nhựa polipropylene (PP) có tỷ trọng 0,9 g/cm³, chịu nhiệt tốt, có thể sử dụng lâu dài ở nhiệt độ 100 – 120°C. Nó có tính ổn định hóa học cao, ngoài nguyên tố halôgen và axit có tính oxy hóa mạnh (như axit HNO₃ bốc khói, oleum v.v...) không bị các hóa chất vô cơ khác ăn mòn, ổn định trong các loại rượu, andehyt, axêton, phenol, axit hữu cơ v.v... Khuyết điểm của nó là cường độ cơ khí không cao, hệ số co ngót lớn. Công dụng của nó có thể phân làm 3 loại.

(1) Loại thường

Là loại nhựa có tính kết tinh cao, trong tinh thể kết tinh có lẫn cấu tạo vô định hình.

(2) Loại mạ

Để cải thiện tính năng mạ, cho chất độn vào trong nhựa PP với hàm lượng 20%, chất độn thường dùng ZnO , ZnS , TiO_2 , BaSO_4 , CaCO_3 v.v... Những chất độn này, trong quá trình ăn mòn hóa học, bị hòa tan hình thành bề mặt thô không bằng phẳng, tạo điều kiện thuận lợi cho mạ. Cũng có thể cho vào nhựa một lượng ít butadien (khoảng 0,5 – 1%) hình thành loại nhựa giống như chất dẻo ABS, dễ ăn mòn, có thể xử lý các bước công nghệ theo công nghệ xử lý chất dẻo ABS.

(3) Loại dẫn điện

Cho vào trong nhựa bột grafit có hàm lượng 30%, có khả năng dẫn điện, điện trở nhỏ hơn $5\Omega/\text{cm}$. Khi mạ có thể tiến hành theo công nghệ mạ sắt thép bình thường nhưng cần chú ý vì độ dẫn điện kém hơn so với kim loại rất nhiều, vì vậy lúc đầu mạ cần mạ với mật độ dòng điện thấp.

Cũng cần chú ý nhựa polipropylene rất nhạy với tạp chất đồng, khi tiếp xúc với đồng làm tăng quá trình lão hóa, làm giòn nhựa, đặc biệt khi ở nhiệt độ cao, vì vậy không dùng lớp đồng hóa học làm lớp dẫn điện.

Với công nghệ thích hợp, độ bám chắc lớp mạ trên nhựa polipropylene cao gấp 1 – 2 lần so với lớp mạ trên nhựa ABS.

2. Xử lý nhựa polipropylene thường và polipropylene mạ

(1) Tẩy dầu

Chế độ công nghệ xem bảng 30.10. Bởi vì tính ổn định hóa học cao, khó thân nước, cần phải rửa để nâng cao hiệu quả tẩy dầu.

Bảng 30.10. Chế độ công nghệ tẩy dầu nhựa polipropylene.

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế	1	2
NaOH		20–30	
Na_2CO_3		20–30	
Na_3PO_4		20–30	
H_2SO_4 (98%)			500 ml/l
Chất hoạt động bề mặt		1–2	1–2
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)		60–80	60–80
Thời gian (phút)		30	10–30

(2) Làm thô dung môi

Đối với nhựa polipropylen thường, trước khi làm thô ăn mòn cần phải làm thô trong dung môi, nếu không lớp mạ bám không chắc, có thể dùng xylen để làm thô. Với nhiệt độ khác nhau, thời gian xử lý khác nhau xem bảng 30.11. Nếu xử lý thời gian dài chất dẻo bị nứt.

Bảng 30.11. Điều kiện công nghệ làm thô nhựa polipropylen trong xylen

Nhiệt độ (°C)	20	40	60	80
Thời gian (phút)	30	5	2	0,5

Cũng có thể làm thô trong dung dịch sau:

Dầu thông	40ml/l
Chất hoạt động bề mặt phi ion:	66 ml/l
Nhiệt độ	60 – 85°C
Thời gian	10 – 30 phút

(3) Làm thô ăn mòn hóa học

Chế độ công nghệ xem bảng 30.12. Pha chế 1 hiệu quả tốt.

Bảng 30.12. Chế độ công nghệ làm thô ăn mòn hóa học nhựa polipropylen.

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế		
	1	2	3
H ₂ SO ₄ (98%)	1004 600 ml/l	350–400 (190–217 ml/l)	200–400 (109 – 217 ml/l)
CrO ₃	bão hòa	400	150–300g
H ₂ O			400–600 ml
Nhiệt độ (°C)	70–80	75–85	85
Thời gian (phút)	10–30	10–45	5–10

Sau khi làm thô, có thể tiến hành các bước công nghệ như làm nhay, hoạt hóa v.v... theo công nghệ xử lý nhựa ABS.

Đối với loại nhựa polipropylen mà có thể tiến hành mạ giống hoàn toàn như công nghệ mạ nhựa ABS, chỉ khác là khi làm thô hóa học tiến hành ở nhiệt độ 70 – 80°C.

VII – MẠ TRÊN NHỰA POLITETRA FLOVINYL (PTFE)

1. Quy trình công nghệ

Nhựa politetra flovinyl được dùng rộng rãi trong công nghiệp điện tử bởi vì có điện trở cao, không thay đổi tính năng khi nhiệt độ, độ ẩm, tần số

thay đổi. Nhựa politetra flovinyl là nguyên liệu ghét dầu, ghét nước, khó thấm ướt.

Dung dịch có sức căng bề mặt thấp, mới thấm ướt, vì thế mạ lên rất khó khăn, phải dùng phương pháp thích hợp mới được lớp mạ tốt.

Có nhiều phương pháp xử lý nhựa, nhưng phương pháp dùng nhiều nhất là phương pháp naphtalen - natri.

(1) *Làm thô cơ khí*: dùng bột nhôm oxyt cỡ hạt 100 - 200 hoặc 400 để phun hoặc dùng giấy ráp nước để đánh. Dùng axeton để rửa đi những hạt mài và bột nhôm trên bề mặt chất dẻo.

(2) *Xử lý naphtalen - natri*: Sau khi chất dẻo làm thô cơ khí và rửa bằng axeton, sấy khô, ngâm vào dung dịch naphtalen - natri, nhiệt độ thường, thời gian 0,5 - 5 phút.

(3) *Rửa axeton 2 lần*

(4) *Rửa nước lạnh*

(5) *Làm nhay và hoạt hóa* v.v... theo công nghệ mạ trên nhựa ABS.

2. Pha chế dung dịch naphtalen - natri, xử lý nước thải và bảo đảm an toàn

(1) Pha chế

Kim loại natri: 23g

Naphtalen: 128 g

Dung môi hữu cơ (không nước) C_4H_8O : 1000 ml. Bình ba cổ có thể tích 2 lít, cổ giữa lắp máy khuấy, hai cổ bên nắp ống làm khô canxi clorua và ống dẫn khí trơ (nếu không có khí trơ thì có thể đậy nắp chặt lại). Cho 128g naphtalen có trong bình và 1000 ml C_4H_8O . Khi hòa tan hết toàn bộ naphtalen, dẫn khí trơ sấy khô vào và cho từng mảnh nhỏ natri. Khuấy 2 giờ ở nhiệt độ thường, dung dịch tro màu nâu đậm đến màu xanh lục tối là được, có thể sử dụng.

Dung dịch naphtalen natri dễ bị thủy phân trong không khí, tác dụng với oxy và CO_2 làm dung dịch phân hủy mất tác dụng. Vì thế ngoài lúc lấy ra hoặc cho vào cần phải nút kín chặt bằng sáp và để chỗ tối. Dung dịch naphtalen - natri có thể dùng liên tục.

(2) Xử lý nước thải

Dùng nước naphtalen - natri không được đổ vào nước, nếu không sẽ bị bốc cháy. Có thể xử lý bằng hai phương pháp.

- Mở nút để trong không khí, tự nhiên phân hủy thành dung dịch không màu.

- Cho lượng lớn cồn etylic không nước, nó có thể phân hủy lượng naphtalen - natri dư thừa và phản ứng với kim loại natri dư thừa.

(3) Bảo đảm an toàn

– Khi cắt kim loại natri, cần mang kính mắt không cho natri tiếp xúc với nước, natri ngâm trong dầu. Khi cắt xong, mẫu natri thừa không được cho vào trong nước.

VIII – MẠ TRÊN NYLON (PA)

Nylon có nhiều loại cường độ cao, dẻo, hệ số giãn nở nhiệt lớn, nhiệt độ sử dụng 100°C cao nhất, chịu ăn mòn trong axit mạnh, kiềm mạnh, yếu, chịu axeton, xăng v.v...

Trước khi mạ nylon cần phải kiểm tra nội ứng lực. Nếu có ứng lực cần phải đun sôi trong nước, bảo đảm đủ 3 giờ, để nguội có thể khử ứng lực.

Mạ trên nylon giống như mạ trên nhựa ABS, chỉ khác công nghệ làm thô. Công nghệ làm thô nylon nhãn hiệu khác nhau xem bảng 30.13.

Bảng 30.13. Chế độ công nghệ làm thô nylon.

Hàm lượng (g/l) Pha chế và ký hiệu nylon Thành phần và chế độ	Nylon 6	Nylon 66		Nylon 1010	
	1	2	3	4	5
CrO ₃	50–70	100–120		100–120	
K ₂ Cr ₂ O ₇			15–30		15–30
H ₂ SO ₄ (98%)	300 ml/l	500–600 ml/l	300 ml/l	500–600 ml/l	300 ml/l
Nhiệt độ (°C)	15–30	15–30	15–30	15–30	15–30
Thời gian (phút)	10–30 giây	0,5–1	0,5–1	1–2	2–4

IX – MẠ TRÊN NHỰA POLICARBONAT

Nhựa policacbonat có tính dẻo và cường độ cao, kích thước ổn định, có thể sử dụng ở nhiệt độ 120°C. Nhựa chịu được axit loãng, chất oxy hóa, chất khử, muối, dầu, chịu được kiềm, axeton v.v... Chế độ công nghệ mạ như sau:

1. Kiểm tra nội ứng lực

Ngâm chi tiết vào trong axeton 70%, nhiệt độ thường, thời gian 1 phút, nếu xuất hiện vết nứt thì có nội ứng lực tồn tại.

2. Khử nội ứng lực

Cho chi tiết vào tủ sấy nâng dần lên nhiệt độ 110 – 130°C; thời gian 2 – 6 giờ, để nguội.

3. Làm thô dung môi

Ngâm chi tiết vào rượu metálon, étýlic hoặc éte v.v... đến khi bề mặt hơi trắng.

4. Làm thô hóa học

Có thể sử dụng công nghệ làm thô ăn mòn hóa học (xem bảng 30.1 dung dịch hỗn hợp CrO_3 cao) giống như nhựa ABS, nhưng nhiệt độ cao hơn một chút.

Cũng có thể làm thô trong dung dịch dưới đây, rửa nhiều lần, sau đó rửa trong CH_3COOH .

NaOH	600g/l
NaNO_3	120 g/l
NaNO_2	120 g/l
Nhiệt độ	93°C
Thời gian	2 – 5 phút

5. Làm nhay, hoạt hóa

Công nghệ làm nhay, hoạt hóa v.v... giống như các công nghệ đã trình bày trước.

X – MẠ TRÊN NHỰA POLIFORMATĐÊHYT (POM)

Nhựa poliformatđêhyt có cường độ cao hơn nhựa ABS, nhiệt độ biến hình 110 – 140°C, có thể sử dụng lâu dài ở nhiệt độ 100°C. Tính ổn định hóa học tốt chịu axit yếu, kiềm yếu, xăng, dầu bôi trơn v.v... Chịu ăn mòn kém trong axit mạnh, chất oxy hóa mạnh.

Chọn loại nhựa mạ để tiến hành mạ, chế độ công nghệ như sau:

1. Khử ứng lực

Gia nhiệt ở nhiệt độ 150°C, thời gian 3 – 4 giờ, để nguội.

2. Tẩy dầu

3. Tẩy axit

Mục đích để đề phòng dung dịch kiềm dư hoặc nước mang vào dung dịch làm thô, làm mất hiệu quả dung dịch làm thô. Ngoài ra còn hỗ trợ làm thô.

Chế độ công nghệ như sau:

	H_3PO_4 (85%)	20 ml/l
	H_2SO_4 (98%)	30 ml/l
Chất hoạt động bề mặt chịu axit:	0,01 – 5 ml/l	
Nhiệt độ:	thường	
Thời gian:	2 – 4 phút	

4. Làm thô

Sau khi tẩy axit xong, tiến hành làm thô theo công nghệ dưới đây:

H_3PO_4 (85%)	200 ml/l
H_2SO_4 (98%)	300 ml/l
Chất hoạt động bề mặt chịu axit:	0,01 – 5 ml/l
Nhiệt độ:	$40 \pm 1^\circ C$
Thời gian:	7 – 10 phút

Khi làm thô, sinh ra bọt khí, tốt nhất khuấy bằng không khí nén. Cần thường xuyên kiểm tra tỷ trọng, nếu tỷ trọng thấp, cần bổ xung H_3PO_4 và H_2SO_4 theo tỷ lệ.

5. Trung hòa

Trung hòa trong dung dịch NaOH 10 – 15 g/l, nhiệt độ thường, thời gian 3 – 5 giây.

6. Làm nhay, hoạt hóa

Tiến hành các công nghệ làm nhay, hoạt hóa v.v... theo công nghệ mạ trên nhựa ABS.

XI – MẠ TRÊN NHỰA ĐÓNG RẮN

1. Khái niệm

Nhựa đóng rắn là loại nhựa đóng rắn khi gia nhiệt đến nhiệt độ quy định hoặc cho chất đóng rắn. Sau khi đóng rắn, khi chịu nhiệt nhựa không mềm, ở nhiệt độ cao thì bị phân hủy. Các loại nhựa thuộc loại này là: nhựa phenol formaldehyt, nhựa epoxy, thủy tinh hữu cơ v.v... Sau đây giới thiệu công nghệ làm thô trước khi mạ nhựa phenol formaldehyt và nhựa epoxy. Các công nghệ khác giống như các công nghệ mạ nhựa ABS, chỉ khác công nghệ làm thô.

2. Làm thô nhựa phenol formaldehyt

Nhựa phenol formaldehyt làm việc ở nhiệt độ 100 – 130°C, giòn.

Xử lý trong dung dịch kiềm, có hiệu quả tẩy dầu, nhưng bề mặt dễ bị xốp (đặc biệt là pha chế 2), làm cho độ bám chắc không tốt. Vì thế cần chú ý khống chế nhiệt độ và thời gian. Sau khi xử lý dung dịch HNO_3 vài phút để loại bỏ dung dịch kiềm dư.

Chế độ công nghệ làm thô nhựa xem bảng 30.14.

Bảng 30.14. Công nghệ làm thô nhựa phenol formaldehyt

Hàm lượng (g/l) Thành phần và chế độ	Pha chế		Dung dịch kiềm			Dung dịch axit		
	1	2 ^(*)	3	4	5	3	4	5
NaOH	8	250						
Na ₃ PO ₄ 12H ₂ O	19							
Chất tẩy rửa Hải Âu	12,5 ml/l							
H ₂ SO ₄ (98%)			30 ml/l	1 lít	25 ml/l			
CrO ₃					75			
HNO ₃				0,5 lít				
Nhiệt độ (°C)	30-45	15-30	50-60	40-50	thường			
Thời gian (phút)	5-10	3-20	10-30	5-15	3-5			

(*) Sau khi xử lý xong, cần rửa trong nước nóng nhiều lần, sau đó nhúng vào trong dung dịch HNO₃ 130 ml/l, nhiệt độ thường, thời gian vài phút.

3. Làm thô nhựa epoxy

Chế độ công nghệ làm thô xem bảng 30.15 cũng có thể tiến hành làm thô theo pha chế 5 bảng 30.14.

Bảng 30.15. Chế độ công nghệ làm thô nhựa epoxy

Thành phần và chế độ	Pha chế			
	1	2	3	4
CrO ₃		300g	200g	28 g/l
H ₂ SO ₄ (98%)	300-500 ml/l	1000 ml	1000 ml	600 ml/l
HNO ₃ (65%)		50 ml		
H ₃ PO ₄ (85%)				150 ml/l
H ₂ O		400 ml	400 ml	
Nhiệt độ (°C)	25-40	85-90	60-70	60-70
Thời gian (phút)	1-2	60	30-60	30-60

NƯỚC RỬA VÀ SẢN XUẤT SẠCH HƠN

A – NƯỚC RỬA

I – YÊU CẦU CHẤT LƯỢNG NƯỚC RỬA

Nước rửa là khâu không thể thiếu được của công nghệ mạ điện, chất lượng nước rửa có ảnh hưởng quan trọng đến tính ổn định dung dịch, bề ngoài sản phẩm, độ bền ăn mòn v.v... Nước rửa có tạp chất có hại làm nhiều bản dung dịch mạ, gây ra các sự cố về mạ.

1. Ảnh hưởng của nước đối với mạ

Trong công nghiệp dùng nước có các ion dương Na^+ , Ca^{+2} , Fe^{+2} v.v... và các ion âm Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- v.v... và một số chất hữu cơ khác. Nước thường dùng có hàm lượng chất rắn $200 - 700 \times 10^{-4}\%$, hàm lượng hợp chất clo $8 - 200 \times 10^{-4}\%$, pH khác nhau. Nước giếng khoan thành phần càng phức tạp. Những tạp chất này ảnh hưởng đến mạ khác nhau (xem bảng 31.1).

Bảng 31.1. Ảnh hưởng của tạp chất trong nước đối với mạ

Ảnh hưởng Loại mạ	Ion tạp chất						
	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^+	Fe^{+2}	HCO_3^-	Cl^-	Chất hữu cơ
Mạ cadimixianua	1	1		4			
Mạ cadimi Floborat						2	8, 9
Mạ crôm		5	5	5			7
Mạ đồng sunfat				2		6	
Mạ đồng xianua						2	
Mạ niken sunfat	1		11	2,8,10,11			4,8,10
Mạ bạc xianua	1	1		12		13	2,8
Mạ thiếc kiềm	1	1					
Mạ thiếc axit						14	
Mạ kẽm xianua	1, 2	1					
Mạ kẽm sunfat				15			

Chú ý: 1 – gây kết tủa, 2 – lớp mạ thô, 3 – lớp mạ nhiều lỗ, 4 – lớp mạ xương mù, 5 – giảm khả năng phân bố, 6 – lớp mạ đóng cục, 7 – khử Cr^{+6} , 8 – lớp mạ có vân, 9 – màu sắc không tốt, 10 – lớp mạ chậm kim, 11 – lớp mạ giòn; 12 – lớp mạ có vết, 13 – lớp mạ màu cầu vồng, 14 – lớp mạ nứt, 15 – tốc độ mạ chậm.

Ảnh hưởng của nước đối với mạ, thường thấy có vết nước trên bề mặt mạ. Nhưng ảnh hưởng không chỉ có thế, dùng nước thường hoặc nước giếng khoan chất lượng không tốt gây ra độ bền chống gỉ không tốt. Những ảnh hưởng này thường bị mọi người bỏ qua.

2. Yêu cầu chất lượng nước rửa

Chất lượng nước rửa thường được biểu thị khi chất bắn bám trên bề mặt chi tiết sau khi rửa, nhưng việc này khó làm, khó khống chế trong công nghiệp. Hiện nay dùng máy đo độ dẫn điện để xác định chất lượng nước, giới hạn nhiễm bẩn nước rửa được biểu thị bằng độ dẫn điện xem bảng 31.2.

Bảng 31.2. Giới hạn nhiễm bẩn nước rửa biểu thị bằng độ dẫn điện.

Loại dung dịch	Độ dẫn điện (MS)		
	$750 \times 10^{-4}\%$	$150 \times 10^{-4}\%$	$40 \times 10^{-4}\%$
Tẩy dầu, trọng tải nhẹ	1150		
Tẩy dầu, trọng tải lớn	2220		
Tẩy dầu, trung bình	1700		
Tẩy gỉ HCl	5000		
Tẩy gỉ H_2SO_4	4000		
Tẩy gỉ axit mạnh	4500		
Tẩy nhẹ	3500	700	185
Mạ kẽm xianua	1390	280	
Mạ vàng xianua	1300	260	
Mạ xianua bình quân	1340	270	
NaCN	1400		
Mạ lót bạc	1300		
Mạ đồng xianua	1900		
Mạ lót bình quân	1600		
Mạ crom	2250	450	120
Mạ đồng axit	1400		
Mạ bạc xianua	680		
Mạ niken	640		

Loại dung dịch	Độ dẫn điện (MS)		
	$750 \times 10^{-4}\%$	$150 \times 10^{-4}\%$	$40 \times 10^{-4}\%$
Mạ kẽm axit	630		
Mạ sắt axit	650		
Dung dịch mạ axit yếu	570	115	
Làm bóng $K_2Cr_2O_7$	480	100	

II – PHƯƠNG PHÁP RỬA

1. Phương pháp rửa đơn nguyên

Phương pháp rửa đơn nguyên có mấy loại:

(1) Rửa tĩnh

Rửa trong thùng không có nước chảy.

(2) Rửa động

Rửa trong thùng có nước chảy

(3) Rửa phun

Rửa phun có thể tiến hành trong thùng chuyên dùng, ống phun bố trí phân lớp, cũng có thể phun trên thùng rửa tĩnh hoặc rửa động.

(4) Rửa phun khí

Điều khác biệt rửa phun và rửa phun khí là có máy phun chuyên dùng, phun ra hỗn hợp không khí và nước, tạo thành dạng xương mù.

Phương pháp rửa tĩnh dùng cho bể thu hồi. Rửa động là phương pháp thường dùng nhất. Rửa phun và rửa phun khí được sử dụng ít. Những chi tiết có hình dáng phức tạp, hoặc kết hợp với rửa động thì dùng phương pháp này. Ưu điểm của chúng là tiết kiệm nước, nồng độ nước thải cao có thể thu hồi.

2. Phương pháp rửa nhiều lớp

Phương pháp rửa nhiều lớp có những loại sau:

(1) Rửa tĩnh nhiều lớp

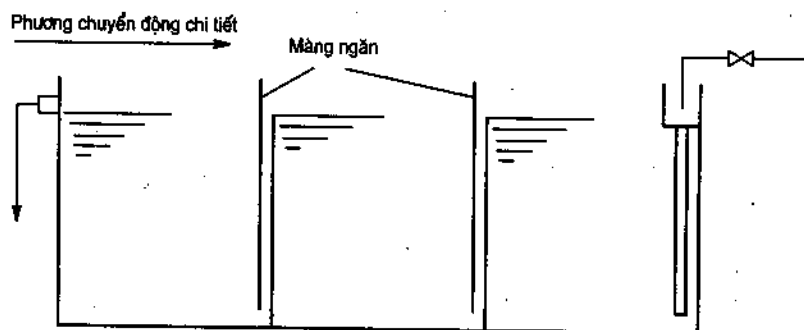
Rửa nhiều lần trong thùng không có nước chảy.

(2) Rửa động nhiều lớp

Rửa nhiều lần trong thùng có nước chảy. Mỗi thùng đều có ống nước đi vào và chảy ra.

(3) Rửa động ngược chiều

Thùng rửa nhiều lớp chỉ có một vòi đi vào và một vòi thoát ra, phương rửa ngược chiều với sự di chuyển chi tiết (hình 31.1).



Hình 31.1. Thiết bị rửa động ngược chiều

Ngoài ra còn các phương pháp rửa kết hợp (rửa tĩnh, rửa phun, sục khí).

III - HIỆU SUẤT RỬA

1. Tiêu chuẩn đánh giá hiệu suất rửa

Có thể đánh giá hiệu suất rửa bằng hai góc độ nhìn khác nhau.

(1) *Đánh giá hiệu suất trong toàn bộ quá trình.* Ký hiệu E biểu thị hiệu suất rửa.

$$E = F_{Cr} / D_{Ct} = R_v / R_c$$

trong đó: E - hiệu suất rửa;

F - Lưu lượng nước rửa;

Cr - Nồng độ nước rửa chảy ra;

D - Lưu lượng dung dịch mang vào;

C_t - Nồng độ dung dịch;

R_v - Tỷ số lưu lượng nước rửa $R_v = \frac{F}{D}$;

R_c - Tỷ số nồng độ nước rửa: C_t / C_r .

(2) *Hiệu suất rửa một lần*

Biểu thị hiệu suất rửa một lần là η . Dùng phương pháp sau đây xác định η : Lấy hai thùng đựng nước có cùng thể tích, theo phương thức quy định rửa trong thùng thứ nhất, sau đó lại rửa tiếp nhiều lần, thời gian dài ở thùng thứ hai. Xác định nồng độ C₁, C₂ của hai thùng, tìm được η :

$$\eta = C_1 / (C_1 + C_2)$$

η là tỷ số giữa chất bẩn bị rửa của chi tiết và tổng số chất bẩn mang đi của chi tiết trong quá trình rửa một lần.

Ở điều kiện rửa lý tưởng $\eta = 1$, tức là chất bẩn trên chi tiết hoàn toàn bị rửa đi. Khi rửa trong điều kiện cân bằng $E = 1$, tức là trong một đơn vị thời gian chất bẩn chi tiết mang vào được toàn bộ nước chảy mang đi.

2. Những nhân tố ảnh hưởng đến hiệu quả rửa

Có nhiều nhân tố ảnh hưởng đến hiệu quả rửa; nhân tố chủ yếu như sau:

- (1) Hình dáng và trạng thái bề mặt chi tiết
- (2) Phương pháp treo chi tiết
- (3) Nồng độ dung dịch mang vào.
- (4) Tính chất dung dịch mang vào (độ nhớt, tỷ trọng, sức căng bề mặt v.v...).
- (5) Phương di chuyển của nước và chi tiết
- (6) Thời gian rửa và cấp nước
- (7) Nhiệt độ rửa

3. Phương pháp để nâng cao hiệu quả rửa

(1) Treo chi tiết đúng, chi tiết có diện tích lớn cân thẳng góc với bề mặt dung dịch, lỗ thoát hướng phía dưới.

(2) Cân tăng thời gian thích hợp để lưu lại trên bề mặt, thông thường trong thời gian 10 giây đầu. Thời gian dài, lượng thoát ra ít, 10 giây sau lượng thoát ra có xu hướng ổn định.

(3) Cân tăng thích hợp đường kính lỗ mạt quay, và tăng số lỗ mạt quay.

(4) Trên thùng mạt có nắp hệ thống rung giá treo hoặc thùng quay.

(5) Dùng bể thu hồi để làm giảm nồng độ dung dịch thải ra.

(6) Dùng phương pháp phun khí, rửa phun để giảm nồng độ dung dịch thải ra.

(7) Làm giảm độ nhớt dung dịch và sức căng bề mặt dung dịch.

4. Tính toán nước rửa

Công thức tính toán rửa động ngược chiều xem bảng 31.3 và hiệu suất tiết kiệm nước rửa động ngược chiều xem bảng 31.4.

Bảng 31.3. Công thức tính toán rửa động ngược chiều.

Danh mục	Công thức
Nồng độ nước rửa lần cuối	$Cr = C_i/R_n, R = C_i/C_1 = \frac{F}{D}$
Lượng nước chảy	$F = R \cdot n \cdot D$
So với rửa động 1 lần phần trăm tiết kiệm	$A = (R_c - R_c^{\frac{1}{n}}) / R_c \times 100\%, R_c = C_i / C_1$

Bảng 31.4. Hiệu suất tiết kiệm nước rửa động ngược chiều

Hiệu suất tiết kiệm nước (%) R_c	Số cấp rửa	1	2	3
10		0	68	78
100		0	90	95
1000		0	97	99

B – SẢN XUẤT SẠCH HƠN TRONG MẠ

I – KHÁI NIỆM

Trong quá trình gia công bề mặt kim loại và mạ dùng nhiều loại hóa chất, nước và năng lượng đồng thải ra nhiều khí thải độc hại, nước thải có nhiều chất làm ô nhiễm môi trường và những chất rắn như bùn thải chứa kim loại, dầu, vảy kim loại v.v... Nếu xử lý ô nhiễm đòi hỏi lắp đặt nhà máy xử lý nước thải, thiết bị lọc khí, như vậy tốn chi phí lắp đặt. Chi phí vận hành cao, không thu được lợi nhuận từ việc xử lý ô nhiễm. Nếu giảm thiểu hoặc phòng ngừa ô nhiễm sẽ làm giảm ô nhiễm, giảm tổn thất nước, năng lượng và nguyên liệu, tiết kiệm tiền, đồng thời giảm sự cần thiết phải lắp đặt hay giảm quy mô của nhà máy xử lý nước thải, giảm chi phí vận hành v.v... Vậy áp dụng sản xuất sạch hơn là một sự áp dụng liên tục chiến lược phòng ngừa tổng hợp đối với các quá trình sản xuất, các sản phẩm và dịch vụ nhằm nâng cao hiệu suất và giảm rủi ro đến con người và môi trường, một cách nghĩ mới có tính sáng tạo đối với các sản phẩm và quá trình sản xuất. Đối với quá trình sản xuất, sản xuất sạch hơn, làm giảm tiêu thụ nguyên liệu, năng lượng cho một đơn vị sản phẩm, loại bỏ tối đa các vật liệu độc hại, giảm lượng và độc tính của tất cả các dòng thải và chất thải trước khi chúng ra khỏi quá trình sản xuất. Đối với sản phẩm giảm các ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường trong suốt chu kỳ sống của sản phẩm từ khâu khai thác đến thải bỏ. Vì vậy trong sự phát triển lâu dài, sản xuất sạch hơn là phương cách tốt nhất để kết hợp các lợi ích kinh tế và lợi ích môi trường trong công ty. Sản xuất sạch hơn không chỉ giúp tránh được các tác động môi trường và sức khỏe xấu mà còn mang lại nhiều lợi ích trực tiếp cho các công ty.

II – CÁC CƠ HỘI SẢN XUẤT SẠCH HƠN

Tìm các cơ hội sản xuất sạch hơn để đề xuất, đánh giá các giải pháp. Thực hiện ngay các giải pháp đơn giản, các giải pháp khác phân tích tính khả

thi và thực hiện các giải pháp có tính lâu dài đưa vào danh sách có kế hoạch thực hiện, giải pháp khó có thể thực hiện trong thời gian dự án, nghiên cứu trong tương lai.

Các cơ hội sản xuất sạch hơn trong mạ bao gồm những công việc sau đây:

1. Quản lý nội vi tốt

– Khuyến khích cán bộ công nhân viên thực hiện chương trình sản xuất sạch hơn có thưởng phạt nghiêm minh.

- Cắm đồ chất lỏng nồng độ cao vào bể rửa hoặc trực tiếp vào đường ống thoát.
- Kiểm soát chặt chẽ tổng lượng nước thải.
- Bảo dưỡng thiết bị cẩn thận để giảm thời gian ngừng hoạt động.
- Tăng nồng độ chất lỏng ở bể thu hồi và hồi lưu chất lỏng này về bể mạ.
- Để thời gian róc nước các chi tiết trên bể mạ hơn 10 giây.
- Sửa chữa ngay các hỏng hóc đường ống nước các bể mạ, các đồng hồ bị hỏng v.v...
- Cân đo, đóng, đếm các hóa chất chính xác, không để rơi vãi ở nền nhà.

2. Kiểm soát tốt hơn các dây chuyền sản xuất

Hàng ngày phải theo dõi chặt chẽ dây chuyền sản xuất, có sổ sách theo dõi, ghi chép dòng điện, số lượng mạ, thời gian mạ, độ pH dung dịch, bổ sung các hóa chất v.v... Nếu có sự cố phải chấn chỉnh ngay, để tránh mạ hỏng hàng loạt, gây lãng phí hóa chất và ô nhiễm môi trường. Bảo đảm chất lượng mạ khâu then chốt, quan trọng nhất của cơ hội sản xuất sạch hơn.

3. Cải tiến quy trình công nghệ, áp dụng những nghiên cứu, cải tiến công nghệ mạ

Trong mạ có rất nhiều loại mạ, trong mỗi loại mạ có rất nhiều dung dịch mạ, quy trình mạ v.v... Tìm tòi, nghiên cứu để tìm ra dung dịch mạ quy trình mạ thích hợp nhất để đảm bảo chất lượng sản phẩm, không ô nhiễm môi trường, có năng suất cao v.v... là trách nhiệm người làm công tác sản xuất sạch hơn. Thí dụ thay đổi từ mạ crôm nồng độ cao sang mạ crôm nồng độ thấp, thay đổi dung dịch mạ kẽm xianua sang mạ kẽm không độc, sử dụng phương pháp rửa ngược dòng để rửa các chi tiết mạ 3 lần, vừa tiết kiệm nước, vừa rửa sạch v.v...

4. Cải tiến thiết bị máy móc, áp dụng những thiết bị mạ hiện đại

Để đảm bảo chất lượng sản phẩm phải có thiết bị máy móc tốt như máy sục khí, máy lọc, máy nắn dòng tốt v.v... Phải thường xuyên bảo dưỡng và duy trì máy hoạt động tốt để bảo đảm chế độ công nghệ mạ. Nếu có điều kiện thì áp dụng quy trình mạ tự động.

5. Thu hồi và tái sử dụng trong nhà máy

Nước thải có thể thu hồi và tái sử dụng. Thí dụ: Bể rửa thu hồi crôm có thể bổ sung vào dung dịch mạ, dung dịch mạ thải ra ngoài có chứa vàng, bạc kim loại quý phải thu hồi kim loại v.v...

6. Sử dụng năng lượng có hiệu quả

Phân xưởng mạ là đơn vị sử dụng điện, nước hơi rất nhiều. Những chi phí này chiếm tỷ trọng rất lớn trong giá thành mạ. Vì vậy sử dụng tiết kiệm những nguồn năng lượng này, có lợi ích to lớn. Phải bố trí ca kíp hợp lý để tận dụng nhiệt độ mạ của bể mạ niken, crôm v.v... để các ca sản xuất vào làm việc ngay không phải tăng nhiệt. Cải tiến thiết bị đốt, tận dụng nhiệt của các quá trình sinh nhiệt khác thải ra, sử dụng nhiên liệu chất đốt rẻ tiền v.v... Thí dụ: sấy chất trợ dung khi mạ kẽm nóng, có thể thực hiện trên bể mạ kẽm nóng.

PHẦN THỨ BẢY

KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG LỚP MẠ, TÍNH NĂNG DUNG DỊCH MẠ VÀ THIẾT BỊ PHÂN XỬNG MẠ

Chương 32

KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG LỚP MẠ

I – KIỂM TRA BỀ MẶT NGOÀI LỚP MẠ

Kiểm tra bề mặt ngoài lớp mạ là phương pháp thường dùng để kiểm tra chất lượng lớp mạ.

Dùng mắt để kiểm tra có thể phân thành ba loại: loại đạt chất lượng, loại phải làm lại và loại phế phẩm.

Chi tiết có lớp mạ không đạt chất lượng bao gồm những chi tiết phải tẩy đi mạ lại và loại không cần tẩy lớp mạ mà thêm một số nguyên công nữa (như đánh bóng lại v.v...).

Bề mặt ngoài lớp mạ không cho phép có chàm kim, điểm rỗ, bóng, cháy, tối v.v... Lớp mạ phải có độ bóng đẹp, màu sắc phù hợp.

Căn cứ vào yêu cầu sử dụng của lớp mạ mà chọn những chi tiết đạt chất lượng. Đối với mạ bảo vệ trang sức, chọn những chi tiết không ảnh hưởng tới bề mặt ngoài. Đối với lớp mạ bảo vệ phải chọn những chi tiết có tính năng chống gỉ phù hợp với yêu cầu.

Những chi tiết phế phẩm bao gồm những loại sau: chi tiết ăn mòn nhiều, chi tiết có khuyết tật về cơ khí v.v...

II – KIỂM TRA ĐỘ BẮM CHẮC LỚP MẠ

Độ bám chắc lớp mạ không tốt, nguyên nhân chủ yếu do khâu chuẩn bị bề mặt, trước khi mạ không tốt. Ngoài ra độ bám chắc còn chịu ảnh hưởng của thành phần dung dịch, chế độ làm việc, hệ số nở nhiệt giữa kim loại nền và lớp mạ.

Có nhiều phương pháp để kiểm tra độ bám chắc lớp mạ với kim loại nền. Phương pháp này dựa trên cơ sở sự khác nhau của tính năng cơ khí vật lý của lớp mạ và kim loại nền tức là mẫu mạ chịu tác dụng trực tiếp của ngoại lực, nhiệt độ, sự biến dạng không đồng đều mà kiểm tra độ bám chắc lớp mạ. Chọn phương pháp nào căn cứ vào từng chi tiết mạ và kim loại mạ.

1. Thí nghiệm uốn cong

Mẫu mạ kẹp trên êtô, uốn cong đi, cong lại nhiều lần, đến khi mẫu mạ đứt rời ra, lớp mạ không bị bong. Hoặc phóng đại 4 lần để kiểm tra, lớp mạ và kim loại nền vẫn gắn chắc với nhau.

Dây kim loại mạ có đường kính dưới 1cm, quấn quanh trục có đường kính gấp 3 lần đường kính dây. Dây kim loại có đường kính giống như trên, quấn thành 10 – 15 vòng khít nhau lớp mạ không có hiện tượng bong.

2. Thí nghiệm dũa

Mẫu mạ kẹp trên êtô, dùng dũa, dũa đi cạnh lớp mạ. Bề mặt dũa tạo thành góc 45° với bề mặt lớp mạ, cho kim loại nền lộ ra, lớp mạ không bị bong.

3. Thí nghiệm vạch

Dùng dao nhỏ vạch ngang dọc trên bề mặt chi tiết mạ, cho tới khi tới kim loại nền, số lượng vạch, cự ly giữa các vạch không hạn chế, quan sát lớp mạ không có hiện tượng bong.

4. Thí nghiệm gia nhiệt

Chi tiết mạ đưa vào tủ sấy hoặc lò nung, gia nhiệt thời gian 0,5 – 1 giờ, sau đó làm nguội trong nước ở nhiệt độ thường, lớp mạ không bị bong dộp. Nhiệt độ thí nghiệm xem bảng 32.1.

Bảng 32.1. Nhiệt độ thí nghiệm gia nhiệt

<div><div>Lớp mạ</div><div>Kim loại nền</div></div>	Crôm, niken, đồng,	Thiếc, chì
	Niken + crôm, thiếc + niken	Thiếc + chì
Thép	300 ± 10	150 ± 10
Đồng và hợp kim đồng	250 ± 10	150 ± 10
Hợp kim kẽm	150 ± 10	150 ± 10
Nhôm và hợp kim nhôm	220 ± 10	150 ± 10

5. Kiểm tra chất lượng lớp mạ trên nhựa

Kiểm tra chất lượng lớp mạ trên nhựa chủ yếu kiểm tra độ bám chắc và ổn định nhiệt.

a) Kiểm tra độ bám chắc

Kiểm tra độ bám chắc bằng phương pháp bóc và phương pháp kéo. Phương pháp bóc là trên bề mặt tấm mẫu chất dẻo vạch đường có độ rộng nhất định và lật lên một đầu, kéo lớp mạ theo đường thẳng góc với tấm mẫu chất dẻo. Lực bóc lớp mạ, đơn vị tính kg/cm. Phương pháp kéo là trên bề mặt tấm mẫu chất dẻo vạch ra vùng có diện tích nhất định. Dùng đầu kẹp để kéo lớp mạ. Lực kéo đo được khi kéo lớp mạ, đơn vị tính kg/cm². Lực xác định đo được hai phương pháp này khác nhau rất lớn, khi kiểm tra từ lực, cần chú ý phân biệt.

b) Kiểm tra tính ổn định nhiệt

Do hệ số nở nhiệt của lớp mạ và chất dẻo khác nhau rất lớn, khi nhiệt độ thay đổi sinh ra ứng lực hoặc làm giảm độ bám chắc giữa lớp mạ và kim loại. Tính ổn định nhiệt phụ thuộc rất lớn vào độ dày và tính chất lớp mạ.

– Thí nghiệm đột ngột thay đổi nhiệt độ

Thí nghiệm sự thay đổi nhiệt độ và phạm vi. Thay đổi nhiệt của lớp mạ trên chất dẻo, quan sát ở phạm vi nhiệt độ này là sự phá hỏng bề mặt và làm giảm độ bám chắc. Khi thí nghiệm dùng phạm vi nhiệt độ cao, thấp, số lần thí nghiệm, căn cứ vào điều kiện sử dụng và môi trường sử dụng mà thí nghiệm. Thí dụ: Thí nghiệm chi tiết của ôtô như sau:

- + Đặt trong tủ sấy 85°C , thời gian 1 giờ.
- + Đặt ở nhiệt độ thường, thời gian 15 phút.
- + Đặt trong tủ lạnh -40°C , thời gian 1 giờ.
- + Đặt ở nhiệt độ thường, thời gian 15 phút.

Qua 4 lần như vậy, nếu độ bám chắc vẫn tốt thì lớp mạ thì lớp mạ đạt yêu cầu.

– Thí nghiệm chịu nhiệt

Thí nghiệm lớp mạ trên chất dẻo chịu nhiệt độ cao nhất. Chi tiết đưa vào tủ sấy đẳng nhiệt, gia nhiệt đến nhiệt độ nhất định, giữ thời gian 2 giờ, quan sát hiện tượng bong, rộp của lớp mạ. Nếu chi tiết không có gì thay đổi, tiếp tục tăng nhiệt lên 5°C .

Tiếp tục thí nghiệm nhiều lần đến khi phá hủy lớp mạ, ta được nhiệt độ cao nhất mà lớp mạ chịu được.

III – KIỂM TRA ĐỘ DÀY LỚP MẠ

Độ dày lớp mạ là nhân tố quan trọng đánh giá chất lượng lớp mạ, ảnh hưởng rất lớn đến độ bền sử dụng. Độ dày lớp mạ là việc rất quan trọng xác định tính năng vật lý lớp mạ.

Có hai phương pháp để đo độ dày lớp mạ: phương pháp hóa học và phương pháp vật lý.

Phương pháp hóa học bao gồm: phương pháp đo dòng chảy, phương pháp hòa tan, phương pháp nhỏ giọt và phương pháp điện lượng. Phương pháp vật lý bao gồm: phương pháp trọng lượng, phương pháp đo trên máy, phương pháp kim tương v.v...

1. Phương pháp đo dòng chảy

Một phần nhỏ lớp mạ trên chi tiết, dưới tác dụng của dung dịch chảy với tốc độ nhất định bị hòa tan. Quan sát trực tiếp bằng mắt, khi lớp mạ hòa tan

hết, màu sắc kim loại thay đổi. Độ dày lớp mạ được tính toán bởi thời gian hòa tan lớp mạ trên bộ phận cần kiểm tra của chi tiết.

Phương pháp này được dùng cho lớp mạ bảo vệ trang sức (như đồng, niken, crôm, kẽm, cacđimi, thiếc, hợp kim đồng thiếc, đồng kẽm v.v...) hoặc lớp mạ nhiều lớp (như đồng – niken, đồng – niken – crôm, đồng – đồng thiếc, crôm v.v...). Diện tích lớp mạ cần đo nhỏ hơn $0,3 \text{ mm}^2$.

(1) Chuẩn bị mẫu

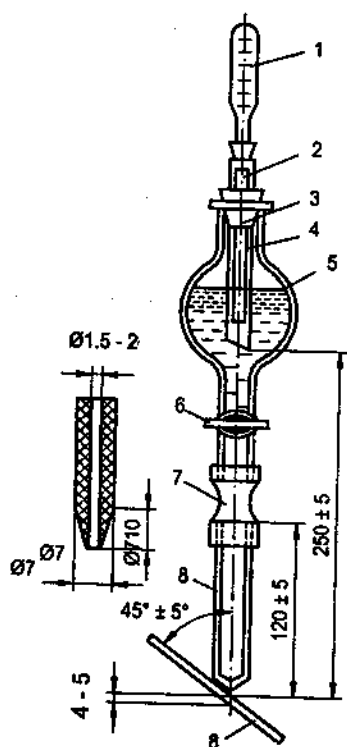
Trước khi kiểm tra cần phải tẩy sạch dầu mỡ trên bề mặt chi tiết bằng dung môi hữu cơ: xăng, axeton hoặc bột cao MgO . Khi tẩy bằng bột MgO cần phải dùng nước cất rửa sạch, dùng giấy lọc làm khô, để chỗ sạch sẽ. Khi chi tiết lấy ra từ bể mạ để kiểm tra, không cần tẩy dầu. Mẫu mạ bề ngoài là lớp mạ niken hoặc lớp mạ crôm, kẽm v.v... cần phải tẩy lớp màng thụ động trên bề mặt lớp mạ.

(2) Dung dịch kiểm tra độ dày

Dung dịch kiểm tra độ dày xem bảng 32.1. Hóa chất là hóa chất tinh khiết pha trong nước cất.

(3) Dụng cụ đo

Dụng cụ đo xem hình 32.1.



Hình 32.1. Dụng cụ đo độ dày lớp mạ

1. Nhiệt kế
2. Lỗ thông khí tâm ống thủy tinh
3. Nút cao su;
4. Ống thủy tinh
5. Phễu 500 ÷ 1000 ml
6. Khóa
7. Ống cao su
8. Ống mao dẫn
9. Mẫu mạ

Bảng 32.1. Thành phần dung dịch để kiểm tra độ dày lớp mạ

STT	Lớp mạ	Kim loại nền hoặc lớp trung gian	Tên hóa chất	Hàm lượng (g/l)	Điểm kết thúc
1	Kẽm	Thép	NH_4NO_3	70	Điểm màu nâu
			$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	7	
			HCl (1N)	70 ml/l	
2	Đồng	Thép, hợp kim kẽm	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	300	Trên thép có điểm màu đỏ, trên hợp kim kẽm có điểm màu đen
			$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	100	
3	Niken	Thép, đồng và hợp kim đồng	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	300	Trên thép có điểm màu đỏ. Trên đồng và hợp kim đồng lộ ra kim loại nền
			$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	100	
4	Crôm	Thép, niken	HCl (1,19)	220 ml/l	Xuất hiện màu đỏ
			H_2SO_4 (1,84)	100 ml/l	
			$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	60	
			$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	30	
			$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	100 ml/l	
5	Bạc	Thép, đồng và hợp kim đồng	KI	250	Lộ ra kim loại nền
			I_2	7,5	
6	Hợp kim đồng thiếc	Thép	$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	150	Điểm màu đen
			HCl (1,19)	150 ml/l	
			CH_3COOH	250 ml/l	
			SbCl_3	31	

Dụng cụ đo độ dày lớp mạ là phễu thủy tinh có khóa.

Đoạn dưới gắn với ống mao quản 8 bằng ống cao su 7. Ống mao quản dài 120 ± 5 mm, đường kính lỗ trong 1,5 – 2mm, đường kính ngoài đoạn cuối 1,5 – 2mm, đoạn hình côn dài 10 mm. Đường kính ống mao quản ảnh hưởng tốc độ dung dịch, mức quy định là: khi mở hoàn toàn van 6, áp lực ổn định, nhiệt độ 18 – 20°C trong 30 giây, từ trong phễu chảy được $10 \pm 0,1$ ml nước cất.

Dùng phễu thủy tinh 4 để bảo đảm ổn định áp lực, ống thủy tinh được cắm vào phễu bằng nút cao su 3, đoạn trên của ống thủy tinh với nút cao su 2

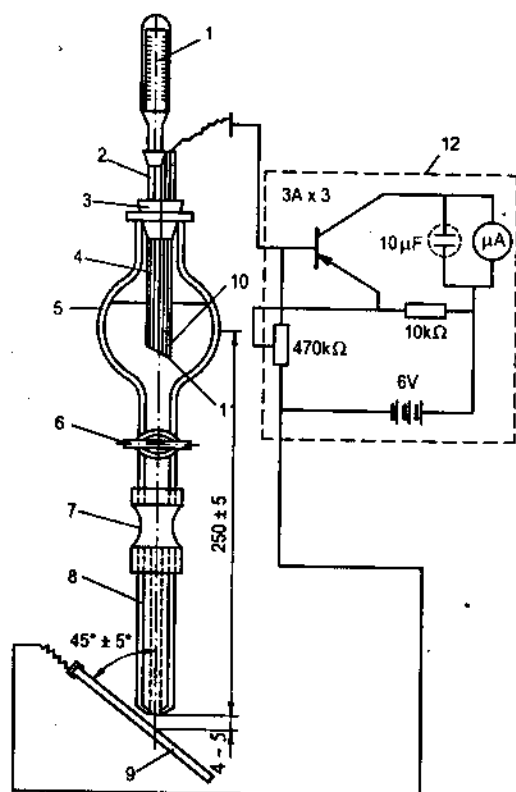
có lỗ, làm không khí có thể đi vào phễu. Đoạn dưới của ống thủy tinh 4 cách đoạn cuối của ống mao quản 250 ± 5 mm. Nhiệt kế cắm vào ống thủy tinh 4. Khi dung dịch từ phễu chảy ra, không khí đi vào phễu bằng nút cao su 2 có lỗ, như vậy có thể đảm bảo áp lực không đổi khi đo.

Chuẩn bị trước khi đo

Cho dung dịch vào đến 3/4 thể tích của phễu, mở van 6, dung dịch chảy đầy ống mao quản 8, vặn chặt nút cao su 4 và miệng phễu. Lại mở khóa 6 để dung dịch từ phễu chảy ra ngoài, đến khi bọt không khí qua ống thủy tinh 4 hút vào đều trong phễu, lúc đó biểu thị trong phễu áp lực ổn định.

Lúc dung dịch đầy ống mao dẫn, trong ống cao su hoặc ống mao quản có bọt khí, khi mở van 6 bóp chặt ống nối cao su, để đẩy không khí ra. Cần thường xuyên kiểm tra tốc độ chảy của ống mao dẫn.

Dụng cụ đo đặt cố định trên giá, cự ly giữa bề mặt mẫu đo và đầu nhọn ống mao quản bằng 4 – 5mm, góc giữa bề mặt mẫu đo với mặt phẳng nằm ngang bằng $45 \pm 5^\circ$.



Hình 32.2. Thiết bị chỉ thị điểm kết thúc

1. Nhiệt kế
2. Lỗ thông không khí trên ống thủy tinh 4
3. Nút cao su
4. Ống thủy tinh
5. Phễu
6. Khóa
7. Ống cao su,
8. Ống mao dẫn
9. Mẫu mạ
10. Ống thủy tinh có dây Platin
11. Dây platin
12. Công tắc

(4) Phương pháp kiểm tra

Lưu kiểm tra, khi mở van 6 đồng thời bấm giây đồng hồ, qua thời gian dung dịch chảy nhất định, quan sát màu sắc bề mặt mẫu đo, rồi đóng van lại,

đồng thời dùng đồng hồ bấm giây. Nếu như xuất hiện vết, quan sát sự kết thúc việc hòa tan lớp mạ bị trở ngại, dùng giấy lọc lau nhẹ vết, tính thời gian dung dịch chảy, ghi nhiệt độ dung dịch.

Bảng 32.2. Giá trị η_t khi đo độ dày lớp mạ bằng phương pháp dòng chảy

Lớp mạ	Lớp mạ kẽm	Lớp mạ cacđimi	Lớp mạ đồng	Lớp mạ niken	Lớp mạ bạc	Lớp mạ thiếc	Lớp mạ hợp kim Cu-Sn (Sn 10%)
5	0,410		0,502				
6	0,425		0,525				
7	0,440		0,549				
8	0,455		0,574				
9	0,470		0,600				
10	0,485	0,680	0,626	0,235	0,302	0,370	0,420
11	0,500	0,700	0,653	0,250	0,310	0,382	0,440
12	0,515	0,720	0,681	0,270	0,320	0,394	0,460
13	0,530	0,745	0,710	0,290	0,330	0,406	0,480
14	0,545	0,770	0,741	0,315	0,340	0,418	0,500
15	0,560	0,795	0,773	0,340	0,350	0,430	0,520
16	0,571	0,820	0,806	0,376	0,360	0,442	0,540
17	0,589	0,845	0,840	0,424	0,370	0,455	0,560
18	0,610	0,875	0,876	0,467	0,380	0,470	0,580
19	0,630	0,905	0,913	0,493	0,390	0,485	0,602
20	0,645	0,935	0,952	0,521	0,403	0,500	0,626
21	0,670	0,965	0,993	0,546	0,413	0,515	0,647
22	0,690	1,000	1,036	0,575	0,420	0,530	0,668
23	0,715	1,035	1,100	0,606	0,431	0,545	0,690
24	0,740	1,075	1,163	0,641	0,443	0,562	0,712
25	0,752	1,115	1,223	0,671	0,450	0,580	0,732
26	0,775	1,160	1,273	0,709	0,460	0,598	0,755
27	0,790	1,205	1,333	0,741	0,465	0,616	0,778
29	0,808	1,250	1,389	0,769	0,470	0,630	0,800
30	0,824	1,300	1,429	0,800	0,475	0,652	0,823
31	0,833	1,350	1,471	0,833	0,480	0,670	0,847
32	0,850	1,410	1,515	0,862			0,870
33	0,883	1,530	1,610	0,923			0,915
34	0,900	1,590	1,660	0,953			0,938
35	0,917	1,655	1,710	0,983			0,960

Khi kiểm tra điểm kết thúc của một số lớp mạ khó khăn, để quan sát điểm kết thúc rõ ràng, trên dụng cụ đo này lắp thêm thiết bị chỉ thị điểm kết thúc (hình 32.2).

Cho dây platin 11 bít kín một đoạn của ống thủy tinh 10. Sau đó ống thủy tinh 10 cho vào phễu 5 bằng nút cao su 3, đoạn dưới của nó lắp với ống 4. Trong mạch điện có thể dùng bộ phận phóng đại.

Khi đo, lưu thông mạch điện đồng thời mở van 6, bấm đồng hồ giây. Khi lớp mạ hòa tan hết, lộ ra lớp trung gian hoặc kim loại nền. Khi đồng hồ đo dòng điện có sự chuyển dịch, dừng đồng hồ bấm giây.

(5) Tính độ dày lớp mạ

$$h = h_t \times t$$

h : độ dày lớp mạ (μm);

h_t : độ dày lớp mạ bị hòa tan trong 1 giây ở nhiệt độ nhất định ($\mu\text{m}/\text{giây}$) xem bảng 32.2;

t : thời gian để hòa tan lớp mạ (giây).

(6) Chú ý

a) Độ chính xác của phương pháp này là $\pm 10\%$. Nếu độ dày lớp mạ $\leq 2 \mu\text{m}$, sai số lớn hơn 10%.

b) Khi đo độ dày lớp mạ niken, cần phải loại bỏ màng thụ động trên bề mặt, bằng cách dùng bông thấm HCl 1:1 xoa, sau đó rửa nước, sấy khô, đo.

c) Khi đo độ dày lớp mạ kẽm đã thụ động cần phải tẩy lớp thụ động, bằng cách dùng bông thấm HCl 1: 8 xoa trên bề mặt, rửa sấy khô rồi đo, tốt nhất là đo độ dày lớp mạ khi chưa thụ động.

Trong quá trình đo phải thường xuyên dùng nước cất để kiểm tra tốc độ chảy trong ống mao dẫn.

2. Phương pháp đo từ tính

Máy đo độ dày lớp mạ từ tính chỉ đo độ dày lớp mạ phi từ tính trên nền kim loại có từ tính.

Sai số phép đo là 10%, độ dày lớp mạ không nhỏ hơn 1,5 μm . Nó là phương pháp đo không phá hủy lớp mạ được dùng rộng rãi nhất.

(1) Máy đo

Khi đo, cho phép sai số $\pm 10\%$.

(2) Các bước đo và chú ý sự cố.

a) Khi đo, hiệu chỉnh và thao tác theo bản thuyết minh của máy.

b) Mỗi một máy đo, kim loại nền đều có độ dày giới hạn. Nếu kim loại nền nhỏ hơn độ dày giới hạn, khi đo cần có tấm đệm nguyên liệu giống tấm

mẫu, lót dưới tấm mẫu làm sao số đọc ra không có quan hệ với độ dày kim loại nền.

c) Nói chung không nên đo ở chỗ cong, chỗ gần biên. Nếu cần đo ở những vị trí này, cần phải hiệu chuẩn đặc biệt, và tìm ra hệ số hiệu chuẩn.

d) Khi đo bề mặt thô, cần phải đo nhiều lần ở những điểm khác nhau, sau lấy giá trị trung bình làm độ dày trung bình lớp mạ hoặc tiến hành hiệu chuẩn trên bề mặt kim loại chưa mạ có trạng thái bề mặt giống nhau.

d) Khi đo, đầu đo cần phải thẳng góc với bề mặt mẫu.

e) Khi đo độ dày lớp mạ chì hoặc hợp kim chì đầu đo bị lớp mạ bám dính. Nếu có hiện tượng trên, bôi lớp dầu mỏng trên lớp mạ để tránh, nhưng không được áp dụng đối với lớp mạ khác.

g) Lớp mạ hợp kim Ni - P hóa học có 8% P trở nên, là lớp mạ phi kim từ tính, nhưng sau khi nhiệt luyện lại trở thành lớp mạ có từ tính. Vì thế phải đo độ dày lớp mạ trước khi nhiệt luyện. Nếu đo lớp mạ sau khi nhiệt luyện, cần phải tiến hành hiệu chuẩn trên mẫu tiêu chuẩn đã qua nhiệt luyện.

h) Độ dày lớp mạ nhỏ hơn $5\text{ }\mu\text{m}$, cần phải đo nhiều lần để được kết quả chính xác.

IV - KIỂM TRA ĐỘ BỀN ĂN MÒN LỚP MẠ

1. Khái niệm

Phương pháp kiểm tra độ bền ăn mòn lớp mạ gồm có thí nghiệm ăn mòn để ngoài trời và thí nghiệm tăng tốc độ ăn mòn. Kết quả thí nghiệm ăn mòn ngoài trời là căn cứ tiêu chuẩn để đánh giá độ dày lớp mạ. Thí nghiệm tăng tốc độ ăn mòn để kiểm tra nhanh chất lượng lớp mạ. Nhưng dù bất kỳ thí nghiệm tăng tốc độ ăn mòn thực tế lớp mạ, kết quả thí nghiệm cung cấp số hiệu tương đối.

Phương pháp làm tăng tốc độ ăn mòn gồm có: Thí nghiệm phun nước muối trung tính, thí nghiệm phun nước muối có axit axêtic, thí nghiệm phun nước muối có muối đồng và axit axêtic, cao ăn mòn, thí nghiệm SO_2 , thí nghiệm ăn mòn điện phân v.v...

2. Thí nghiệm ăn mòn phun nước muối

(1) Thí nghiệm phun nước muối

Căn cứ vào thành phần dung dịch khác nhau, thí nghiệm phun nước muối phân thành thí nghiệm phun nước muối trung tính (NSS), thí nghiệm phun nước muối có axit axêtic (ASS) và thí nghiệm phun nước muối có muối đồng và axit axêtic (CASS). Phương pháp thí nghiệm NSS sử dụng rộng rãi, chu kỳ dài. Thí nghiệm ASS là thí nghiệm tăng tốc tốt. Thí nghiệm CASS là phương pháp tăng tốc độ ăn mòn cho lớp mạ đồng niken - crôm hoặc niken - crôm.

Bảng 32.3. Chế độ thí nghiệm phun các loại nước muối

Điều kiện \ Loại	Phun nước muối trung tính	Phun nước muối có axit axêtic	Phun nước muối có muối đồng và axit axêtic
Dung dịch muối	NaCl 50 ± 5 g/l	NaCl 50 ± 5g/l. Cho CH ₃ COOH điều chỉnh pH.	NaCl 50 ± 5 g/l. CuCl ₂ 2H ₂ O 0,26 ± 0,02 g/l cho CH ₃ COOH điều chỉnh pH
Giá trị pH	6,5 – 7,2	3,2 ± 0,1	3,2 ± 0,1
Nhiệt độ trong buồng (°C)	35 ± 2	35 ± 2	50 ± 2
Phương thức phun	liên tục	liên tục	liên tục
Nước muối lắng xuống	1,5 ± 0,5 ml/ (h.80 cm ²)	1,5 ± 0,5 ml/ (h.80 cm ²)	1,5 ± 0,5 ml/ h.80 cm ²
Dung dịch muối thu được	NaCl 50 ± 10 g/l pH 0,5 – 7,2	NaCl 50 ± 10 g/l pH 3,2 ± 0,1	NaCl 50 ± 10 g/l pH 3,2 ± 0,1
Chu kỳ thí nghiệm (h)	2, 6, 16, 24, 48, 96, 240, 480, 720	4, 8, 24, 48, 96, 144, 240, 360, 480, 720	2, 4, 8, 16, 24, 48, 72, 96, 144, 240, 480, 720

(2) Pha chế dung dịch nước muối

Khi pha chế dung dịch nước muối phải dùng nước cất hoặc nước trao đổi ion. Tổng hàm lượng tạp chất trong muối NaCl không vượt quá 0,4%. Pha chế dung dịch NSS có pH = 6,0 – 7,0. Điều chỉnh pH bằng NaOH hoặc HCl tinh khiết.

Dung dịch NSS cho thêm CH₃COOH còn dùng CH₃COOH hoặc NaOH điều chỉnh pH = 3,1 – 3,3, được dung dịch ASS.

Dung dịch CASS và ASS có pH giống nhau, chỗ khác nhau là dung dịch CASS cho thêm 0,26 ± 0,02 g/l CuCl₂ 2H₂O để làm tăng tốc độ ăn mòn và nâng cao nhiệt độ đến 50 ± 2°C.

Để loại trừ làm tắc vòi phun, trước khi thí nghiệm cần lọc dung dịch. Dung dịch phun chỉ sử dụng một lần.

(3) Thiết bị thí nghiệm phun

Cần chọn thí nghiệm phun phù hợp với tiêu chuẩn. Thể tích thùng phun không nhỏ hơn 0,2 m³. Thiết bị phun bao gồm vòi phun muối, buồng phun muối và thùng đựng nước muối. Nguyên liệu làm thùng thí nghiệm không ảnh hưởng đến tính năng ăn mòn của muối, không được phun trực tiếp trên mẫu, nắp trên buồng dung dịch muối ngưng đọng không được đọng lại trên mẫu.

Khi sử dụng buồng phun phải điều chỉnh tốt lượng muối lắng xuống và xác định theo phương pháp dưới đây. Trong vùng muối, đặt hai ống thu sạch. Ống thu là 2 ống có khắc độ đường kính 10 cm, nối với phễu dẫn vào. Diện tích ống thu là 80 cm².

Khi lấp một đầu gần phun, một đầu xa vòi phun. Lượng thu được là mù muối không phải là chất lỏng rơi xuống từ mẩu mạ hoặc ở các bộ phận khác của thùng. Phun nước muối liên tục trong 8 giờ, tính toán số ml lắng xuống thu được trong 1 giờ với diện tích ống thu 80 cm². Căn cứ vào kết quả thu được tốc độ phun và nồng độ chất thu, phải đảm bảo trong phạm vi quy định theo bảng 32.3.

Phương pháp phun liên tục, chu kỳ phun xem bảng 32.3.

(4) Yêu cầu và bố trí mẫu

a) Số lượng chi tiết quy định là 3 cái. Trước khi thí nghiệm cần phải rửa sạch. Phương pháp rửa tùy theo chất bẩn bám trên bề mặt mà quyết định. Không được sử dụng hạt mài và dung môi là ăn mòn bề mặt.

b) Vị trí đặt mẫu trong thùng phun, so với phương thẳng góc làm thành góc 15 – 30°.

c) Khi thí nghiệm, mẫu không được tiếp xúc với nhau, cũng không được va chạm với thành thùng. Cự ly giữa các mẫu làm sao cho mù muối được lắng xuống trên bề mặt chủ yếu của mẫu. Dung dịch muối trên mẫu không được đọng lại trên bề mặt mẫu khác.

d) Giá để mẫu thường làm bằng phi kim loại như thủy tinh, chất dẻo v.v... Nếu cần treo mẫu, nguyên liệu giá treo không được dùng là kim loại, phải dùng phi kim loại, dung dịch trên giá không rơi vào bề mặt mẫu.

đ) Sau khi thí nghiệm kết thúc, để khô tự nhiên 0,5 – 1 giờ, sau đó rửa nhẹ để loại bỏ muối còn lắng đọng trên mẫu, thử không khí nén, kiểm tra đánh giá cấp sản phẩm.

(5) Đánh giá kết quả thí nghiệm ăn mòn

Đánh giá kết quả thí nghiệm ăn mòn có thể đánh giá trên cấp ăn mòn bề ngoài và đánh giá theo cấp bảo vệ.

Đánh giá theo cấp bảo vệ, quan hệ giữa cấp bảo vệ với diện tích ăn mòn % xem bảng 32.4.

Bảng 32.4. Quan hệ giữa cấp bảo vệ với diện tích ăn mòn %.

Cấp	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Diện tích ăn mòn (%)	Không có	≤ 0,1	0,1–0,25	0,25–0,5	0,5–1	1–2,5	2,5–5	5–10	10–25	25–50	> 50

Diện tích ăn mòn (gi) tính theo phần trăm xem phần phụ lục.

V – ĐỘ XỐP LỚP MẠ

Số lỗ lớn nhỏ từ bề mặt lớp mạ đến kim loại nền gọi là lỗ xốp. Số lượng lỗ xốp ảnh hưởng đến tính năng bảo vệ lớp mạ, là chỉ tiêu quan trọng đánh giá chất lượng lớp mạ.

Có nhiều phương pháp để đo độ xốp: phương pháp quét lên lớp mạ, phương pháp dán giấy lọc, phương pháp ngâm v.v...

(1) Phương pháp dán giấy lọc

Phương pháp dán giấy lọc để xác định độ xốp lớp mạ một lớp hoặc nhiều lớp đồng, niken, crôm, niken – crôm, đồng – niken, đồng – niken – crôm trên sắt thép và hợp kim đồng.

Quy trình kiểm tra

Bề mặt mẫu phải tẩy sạch dầu mỡ, dùng nước cất, rửa sạch, để khô. Nếu lấy vật mạ ở trong bể ra, không cần phải tẩy dầu. Dán giấy lọc có thấm dung dịch lên bề mặt vật mạ, thành phần dung dịch và điều kiện xác định xem bảng 32.5, sau đó rửa sạch, để khô trên tấm thủy tinh sạch.

Để làm hiện rõ lỗ xốp, có thể nhỏ giọt trên giấy lọc $K_3Fe(CN)_6$ 4%, khi có lỗ xốp trên nền sắt xuất hiện màu xanh, trên nền đồng và hợp kim đồng xuất hiện màu nâu đỏ. Rửa sạch, đặt trên tấm thủy tinh, sấy khô.

Cách tính lỗ xốp: Dưới ánh sáng ban ngày hay đèn, quan sát các điểm có màu trên lớp mạ. Đặt tấm thủy tinh hữu cơ có vạch 1 cm^2 trên tấm giấy lọc có lỗ xốp, đếm số lỗ có màu trên 1 cm^2 , sau đó đối chiếu với toàn bộ số lỗ đếm được. Căn cứ vào diện tích giấy lọc, tiếp xúc với bề mặt lớp mạ mà tính toán số lỗ xốp trên 1 cm^2 , đó là độ xốp lớp mạ.

Bảng 32.5. Điều kiện xác định và thành phần dung dịch phương pháp dán giấy lọc

Lớp mạ	Kim loại nền hoặc lớp trung gian	Thành phần dung dịch	Hàm lượng (g/l)	Thời gian dán giấy lọc (phút)	Đặc điểm lỗ xốp
Crôm, Niken – crôm, Niken – đồng – Crôm	Thép	$K_3Fe(CN)_6$ NH_4Cl $NaCl$	10 30 60	10	Điểm màu xanh – Lỗ xốp đến nền sắt thép.
Crôm, Niken – crôm	Đồng và hợp kim đồng	như trên	như trên	như trên	Điểm màu nâu đỏ – Lỗ xốp đến lớp mạ đồng hoặc nền đồng.
Niken	Đồng và hợp kim đồng	$K_3Fe(CN)_6$ $NaCl$	10 20	5 – 10	Điểm màu vàng – Lỗ xốp đến lớp mạ niken
Đồng – niken, Niken – Đồng – niken	Thép	$K_3Fe(CN)_6$ $NaCl$	10 20	10	
Đồng	Thép	$K_3Fe(CN)_6$ $NaCl$	10 20	20	
Đồng – Thiếc	Thép	$K_3Fe(CN)_6$ $NaCl$	40 15	60	
Thiếc	Thép	$K_3Fe(CN)_6$ $K_4Fe(CN)_6$ $NaCl$	10 10 60	5	

KIỂM TRA TÍNH NĂNG DUNG DỊCH MẠ

I – KIỂM TRA pH DUNG DỊCH

1. Giấy đo độ pH

Giấy đo pH gồm hai loại: giấy đo thông thường và giấy đo chính xác. Khi đo cần chú ý:

a) Tốt nhất trước tiên dùng giấy đo thông thường để xác định phạm vi độ pH, sau đó dùng giấy đo chính xác để xác định pH chính xác.

b) Giấy đo pH cùng phạm vi pH, sản xuất ở các nước khác nhau, giá trị pH có sai số.

c) Đo pH dung dịch, màu sắc ở phần ướt trên giấy đo.

d) Giấy đo pH dễ lâu bị ánh sáng mặt trời chiếu, hoặc trong môi trường hóa chất đều mất tác dụng.

2. Máy đo độ pH

Để xác định chính xác độ pH, dùng máy đo độ pH nhãn hiệu khác nhau:

– Máy đo loại 25, có độ chính xác $\pm 0,1$ (10 mV)

– Máy đo loại PHS – 2, có độ chính xác $\pm 0,01$ (1mV)

– Máy đo loại PHS – 3 có hiệu số, có độ chính xác $\pm 0,01$.

Điện cực so sánh và điện cực đo trong máy đo pH có nhiều loại, nhưng dùng nhiều nhất là điện cực thủy ngân và điện cực thủy tinh. Chúng có thể sử dụng trong phạm vi toàn bộ giá trị pH. Nhưng điện cực thủy tinh trong axit mạnh ($\text{pH} < 1$) hoặc kiềm mạnh ($\text{pH} > 9$) có sai số, cần phải hiệu chỉnh. Nếu điện cực thủy tinh được làm bằng thủy tinh đặc biệt (dùng Li_2O thay thế Na_2O) có thể sử dụng trong dung dịch kiềm mạnh.

Điện cực thủy tinh mỏng, dễ vỡ, khi dùng phải cẩn thận. Dùng điện cực thủy tinh lần đầu phải ngâm 1 ngày đêm trong nước cất. Khi không dùng ngâm trong nước cất.

II – KIỂM TRA DUNG DỊCH MẠ BẰNG THÍ NGHIỆM HULL

1. Ứng dụng thí nghiệm Hull trong mạ

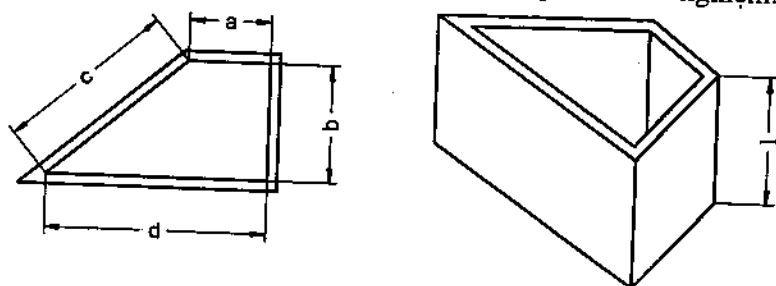
Bể Hull là bể thí nghiệm có thể tích nhỏ, hiệu quả tốt, thao tác đơn giản. Nó có thể đánh giá rất nhanh phạm vi mật độ dòng điện cho phép và những điều kiện công nghệ khác (như nhiệt độ, giá trị pH v.v...) để được lớp mạ tốt,

nghiên cứu ảnh hưởng các thành phần dung dịch và chất phụ gia, phân tích nguyên nhân xảy ra sự cố v.v... Vì vậy thí nghiệm này được sử dụng rộng rãi.

2. Thiết bị thí nghiệm và cấu tạo bể Hull

(1) Cấu tạo bể Hull

Cấu tạo cơ bản của bể Hull xem hình vẽ 33.1. Bể làm bằng nguyên liệu trong suốt, chịu axit, chịu kiềm (như thủy tinh hữu cơ) để quan sát thí nghiệm.



Hình 33.1. Cấu tạo bể Hull

Giữa anốt và catốt của bể Hull không song song, có góc độ nhất định, đó là đặc điểm cơ bản của bể Hull. Thể tích dung dịch trong bể Hull chia làm ba loại: 1000 ml, 500 ml, 250 ml. Thông thường dùng hai loại 1000 ml và 250 ml, loại 250ml được dùng rộng rãi. Nếu như trong bể 250 ml cho vào 2 gam chất rắn thì nồng độ của nó là 8 g/l, kích thước của bể Hull 250 ml, 1000 ml như bảng 33.1.

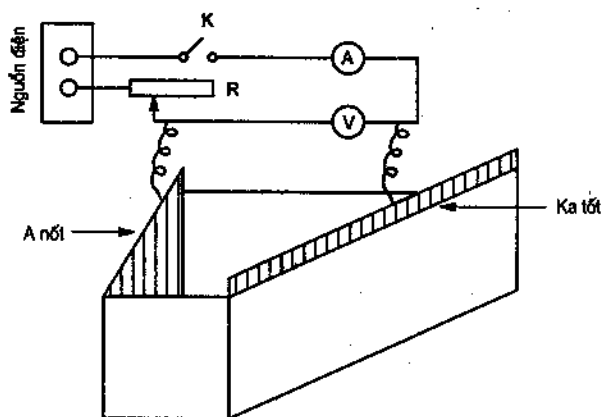
Bảng 33.1. Kích thước bên trong bể Hull (mm)

Loại	Thể tích 1000 ml	Thể tích 250 ml
a	119	48
b	86	64
c	127	102
d	213	127
e	85	65

(2) Thiết bị thí nghiệm

Mạch điện bể Hull giống như bể mạ thường xem hình vẽ 33.2.

Để làm ổn định cường độ dòng điện dùng thiết bị ổn áp hoặc nguồn điện ổn định.



Hình 33.2. Thiết bị thí nghiệm bể Hull

3. Phương pháp thí nghiệm Hull

(1) Chọn dung dịch

Để thu được kết quả chính xác, chọn dung dịch phải tiêu biểu. Khi lặp lại thí nghiệm, thể tích mỗi lần thí nghiệm giống nhau. Khi dùng anốt không hòa tan, sau 1 – 2 lần thí nghiệm phải thay dung dịch. Nghiên cứu ảnh hưởng của tạp chất vi lượng hoặc chất phụ gia, số lần thí nghiệm của bể phải giảm đi.

(2) Chọn anốt, catốt

Anốt, catốt của bể Hull là tấm mỏng, kích thước xem bảng 33.2.

Bảng 33.2. Kích thước anốt, catốt bể Hull (mm)

Loại bể Hull	Kích thước catốt	Kích thước anốt
Loại 250 ml	100 × 70	63 × 70
Loại 1000 ml	125 × 90	85 × 90

Anốt dày 3 – 5 mm, nguyên liệu anốt dùng như trong sản xuất, có thể dùng anốt thép không gỉ, không hòa tan. Trong một số dung dịch, anốt dễ thụ động có thể dùng dạng lưới, nhưng độ dày không quá 5 mm. Khi dùng anốt trong mạ crôm cần phải xử lý có màng mỏng chì oxit màu nâu mới sử dụng được.

Độ dày catốt 0,25 – 1 mm, tùy theo yêu cầu mà sử dụng nguyên liệu, có thể dùng tấm thép, đồng hoặc đồng vàng. Bề mặt cần phải bóng bằng phẳng.

(3) Chọn cường độ dòng điện

Chọn cường độ dòng điện căn cứ vào tính chất dung dịch. Nếu mật độ dòng điện giới hạn trên cho phép lớn, dùng cường độ dòng điện lớn, thông thường dùng trong phạm vi 0,5 – 3A, xét ảnh hưởng của tạp chất dùng dòng điện 0,5 – 1A, mạ crôm bóng dùng dòng điện 5A, mạ crôm cứng dùng dòng điện 6 – 10 A.

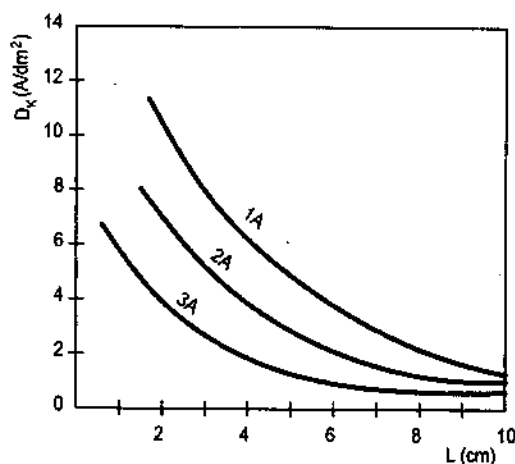
(4) Nhiệt độ và thời gian thí nghiệm

Để so sánh, thời gian thí nghiệm Hull phải chính xác, căn cứ vào từng loại dung dịch, thời gian thí nghiệm 5 – 10 phút, cường độ dòng điện lớn thì thời gian giảm.

Nhiệt độ thí nghiệm giống như trong sản xuất. Phương pháp khống chế nhiệt độ bằng cách gia nhiệt dung dịch xong rồi cho vào bể Hull, khi nhiệt độ cao hơn 0,5°C thì bắt đầu thí nghiệm. Nếu có điều kiện lắp thêm hệ thống gia nhiệt, được khống chế tự động, và có ống thổi khí để khuấy trộn dung dịch.

4. Sự phân bố dòng điện trên catốt của bể Hull

Trên bể Hull, cự ly giữa anốt và catốt không giống nhau, do đó phân bố dòng điện ở các bộ phận không đồng đều. Mật độ dòng điện catốt ở gần anốt lớn, ở chỗ khác thì nhỏ. Sự phân bố dòng điện trên catốt xem hình vẽ 33.3. Số liệu mật độ dòng điện phân bố trên catốt xem bảng 33.3 và 33.4.



Hình 33.3. Quan hệ giữa mật độ dòng điện với các điểm trên catốt của bể Hull 250 ml.

Bảng 33.3. Sự phân bố dòng điện catốt của bể Hull 250 ml

Khoảng cách đến chỗ mật độ dòng điện cao (cm)	Mật độ dòng điện $D_K = IK_1$ (A/dm ²)					
	K=1	I = 1 A	I = 2A	I = 3A	I = 4A	I = 5A
1	5,1	5,1	10,2	15,3	20,4	25,5
2	3,5	3,5	7,0	10,5	14,0	17,5
3	2,9	2,9	5,8	8,7	11,6	14,5
4	1,9	1,9	3,8	5,7	7,6	9,5
5	1,4	1,4	2,8	4,2	5,6	7,0
6	1,02	1,02	2,04	3,06	4,08	5,1
7	0,67	0,67	1,34	2,01	2,68	3,35
8	0,37	0,37	0,74	1,11	1,48	1,85
9	0,10	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50

Bảng 33.4. Sự phân bố dòng điện catốt của bể Hull 1000 ml

Khoảng cách đến chỗ mật độ dòng điện cao (cm)	Mật độ dòng điện $D_K = IK_1$ (A/dm ²)						
	K_2	$I = 2A$	$I = 4A$	$I = 6A$	$I = 8A$	$I = 10A$	$I = 15A$
1	3,26	6,5	13,0	19,6	26,1	32,6	48,9
2	2,34	4,7	9,4	14,0	18,7	23,4	35,1
3	1,81	3,6	7,2	10,9	14,6	18,1	27,3
4	1,42	2,8	5,7	8,5	11,4	14,2	21,3
5	1,13	2,3	4,5	6,8	9,0	11,3	17,0
6	0,887	1,8	3,5	5,3	7,1	8,8	13,3
7	0,683	1,4	2,7	4,1	5,5	6,8	10,2
8	0,506	1,0	2,0	3,0	4,6	5,1	7,6
9	0,35	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	5,3
10	0,21	0,4	0,8	1,3	1,7	2,1	3,2
11	0,084	0,17	0,23	0,5	0,67	0,8	1,3
11,5	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,38

Từ hình vẽ 33.3, bảng 33.3, 33.4 thấy rằng sự khác nhau của mật độ dòng điện catốt hai đầu rất lớn, bể 250 ml sự khác nhau 50 lần, bể 1000 ml sự khác nhau 130 lần, điều đó có thể đánh giá chất lượng lớp mạ ở mật độ dòng điện khác nhau trên cùng một catốt, từ đó tìm ra phạm vi mật độ dòng điện sử dụng cho phép.

Mật độ dòng điện các điểm trên catốt qua thí nghiệm nhiều lần có thể tính toán theo công thức sau:

Bể Hull 1000 ml, $D_K = I(3,26 - 3,05 \log L) = IK_2$.

Bể Hull 250 ml, $D_K = I(5,1 - 5,24 \log L) = IK_1$.

trong đó: D_K : Mật độ dòng điện ở điểm nào đó trên catốt (A/dm²);

I: Cường độ dòng điện (A);

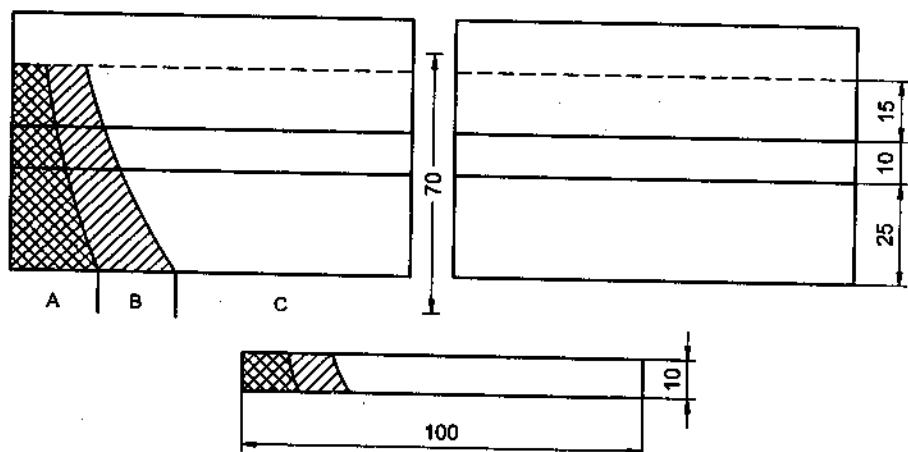
L: khoảng cách điểm nào đó đến điểm gần trên catốt (cm).

Phạm vi ứng dụng công thức khi $L = 0,635 - 8,255$ cm.

Công thức trên là kết quả bình quân mạ thí nghiệm ở cường độ dòng điện khác nhau có 4 loại dung dịch thường dùng (mạ đồng axit, mạ niken, mạ kẽm xianua, mạ cadimi xianua). Do khả năng dẫn điện và sự phân cực không giống nhau, vì thế mật độ dòng điện tính ra là gần đúng.

5. Phương pháp đánh giá bề mặt lớp mạ trên catốt

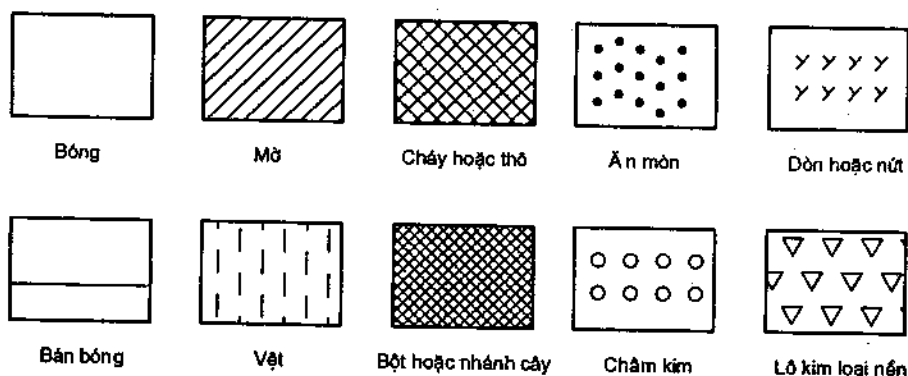
Lúc thí nghiệm thấy rằng, ở cùng một khoảng cách cự ly nhất định trên catốt thì ở độ cao khác nhau, chất lượng lớp mạ không giống nhau. Căn cứ vào kinh nghiệm thực tế hai vạch đường ngang trung tâm ở catốt là kết quả thí nghiệm (hình 33.4).



Hình 33.4. Chọn kết quả thí nghiệm trên catốt
A: Phần thô cháy đen; B: Phần xám; C: Phần bóng

Để ghi lại kết quả thí nghiệm trên mẫu có thể dùng ký hiệu để biểu thị, xem hình vẽ 33.5. Những ký hiệu này còn chưa rõ có thể ghi thuyết minh ở dưới.

Ngoài việc vẽ, thuyết minh một số mẫu tiêu biểu có thể quét sơn để bảo vệ lâu dài, tra cứu khi cần thiết.

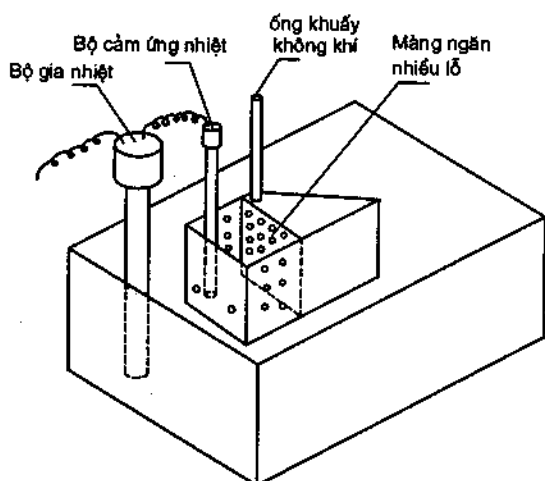


Hình 33.5. Ký hiệu các dạng lớp mạ

6. Bể Hull dùng cho mạ quay

Bể Hull cải tiến dùng cho mạ quay, có đặc điểm giống như mạ quay (hình 33.6). Ở đoạn gần với mẫu catốt bể Hull, đặt một tấm ở nhiều lỗ, đường kính và số lỗ theo thực tế sử dụng mà quyết định. Ở phía dưới catốt, đặt một

Ống khuấy không khí theo catốt. Để giống như đặc điểm mạ quay, ở cạnh và đáy bộ phận anốt bể Hull, khoan một số lỗ (ϕ 10mm). Ở bộ phận cạnh với đáy gắn catốt khoan lỗ nhỏ. Số lỗ và đường kính lỗ theo thực tế sử dụng mà quyết định. Cuối cùng, bể thí nghiệm Hull đặt trong bể lớn, như vậy có thể thí nghiệm. Nếu cần gia nhiệt, thiết bị gia nhiệt đặt trong thùng lớn, thiết bị đo nhiệt đặt ở cạnh anốt trong bể Hull.



Hình 33.6. Bể Hull dùng cho mạ quay.

Chương 34

THIẾT BỊ PHÂN XỬ MẠ

I – NHỮNG THIẾT BỊ TRONG PHÂN XỬ MẠ

Công nghệ trong phân xử mạ gồm 3 loại: công nghệ chuẩn bị, công nghệ mạ và công nghệ sau khi mạ.

– Mục đích của công nghệ chuẩn bị bề mặt là gia công bề mặt trước khi mạ, đánh bóng, tẩy gỉ, tẩy dầu, rửa nước nóng, nước lạnh v.v...

– Công nghệ mạ là công nghệ chủ yếu nhất trong phân xử. Tùy theo tính chất dung dịch mà phân ra các loại: mạ axit, mạ kiềm, mạ xianua, mạ crom v.v...

– Công nghệ sau khi mạ gồm có làm bóng, thụ động hóa, rửa nước nóng, nước lạnh, đánh bóng v.v...

– Ngoài ra trong phân xử còn có một số thiết bị cần thiết như nguồn điện một chiều, thiết bị hút độc, pha chế, kiểm nghiệm v.v...

Để tiến hành những công việc này, phân xử mạ cần có nhiều thiết bị, máy móc, dụng cụ v.v...

1. Công nghệ chuẩn bị

Bao gồm các thiết bị: Máy đánh bóng, máy quay bóng, máy đánh bóng tự động, bể tẩy dầu điện phân, bể tẩy gỉ, máy chải, bể rửa nước nóng, nước lạnh v.v...

2. Công nghệ mạ

Để tiến hành mạ, thường dùng bể mạ tĩnh.

Nếu chi tiết nhỏ, số lượng nhiều dùng các bể mạ quay, bể mạ lắc v.v... Nếu quy mô sản xuất lớn dùng các thiết bị bán tự động hoặc tự động hóa.

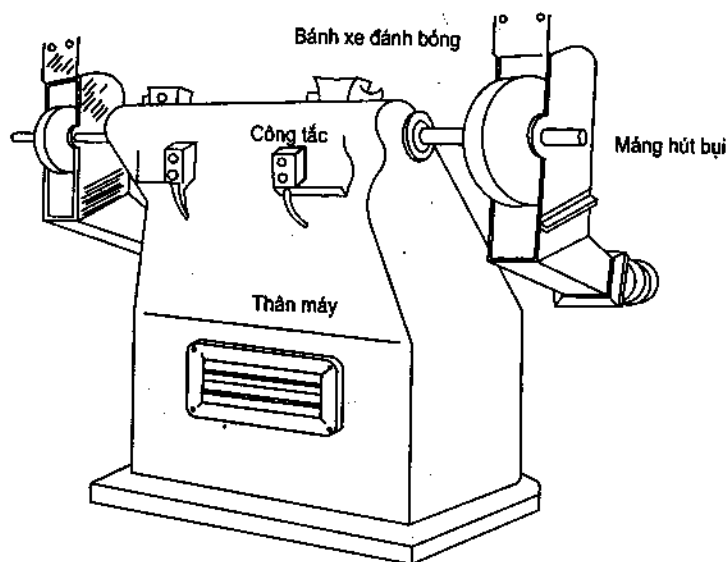
3. Công nghệ sau khi mạ

Gia công sau khi mạ dùng các bể nước nóng, nước lạnh, bể thụ động, bể làm bóng v.v...

II – THIẾT BỊ CƠ KHÍ

1. Máy đánh bóng thường

Máy đánh bóng gồm có động cơ, thân máy, trục chính bộ phận hút v.v... xem hình 34.1.



Hình 34.1. Máy đánh bóng

Độ đồng tâm của trục máy đánh bóng yêu cầu cao, bởi vì độ đồng tâm cao, độ lắc nhỏ, độ chính xác gia công cao. Máy đánh bóng tốt có hộp giảm tốc, khi cần thiết có thể thay đổi tốc độ vòng quay tùy ý.

2. Máy đánh bóng tự động

Trong quá trình gia công bề mặt, đánh bóng là khâu tốn nhiều sức lực nhất. Trong quá trình đánh bóng, tốn nhiều nhân công, tạo ra bụi bặm, tiếng ồn, chày động v.v... hoặc do kỹ thuật của công nhân khả năng mà tạo ra chất lượng không đồng đều; vì vậy yêu cầu tự động hóa. Phương pháp đánh bóng có các loại: đánh bóng bằng phớt, đánh bóng bằng dây đai, quay bóng, đánh bóng rung v.v...

Đánh bóng tự động cần nghiên cứu, hình dạng chi tiết, độ chính xác gia công, nguyên liệu, số lượng sản phẩm, giá thành sản phẩm. Điều kiện để quyết định tự động hóa là nguyên liệu đánh bóng, máy đánh bóng, điều kiện đánh bóng.

Có nhiều loại máy đánh bóng tự động như máy đánh bóng mặt phẳng (hình 34.3).

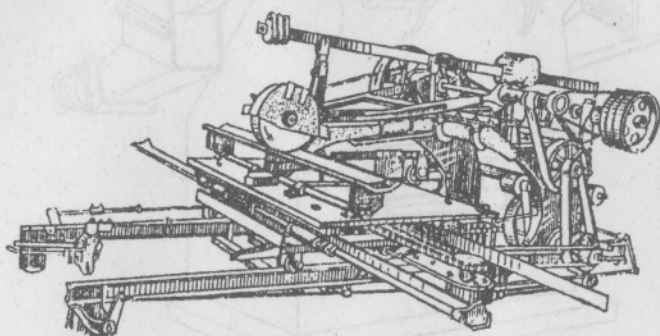
Đánh bóng rung làm cho bề mặt chi tiết và nguyên liệu mài chuyển động theo dạng xoắn ốc, có thể đánh bóng được thép không gỉ, sắt, thép, đồng, nhôm, kẽm v.v...

Đánh bóng rung loại trừ hiện tượng góc tù sinh ra khi quay bóng là phương pháp đánh bóng có hiệu quả cao.

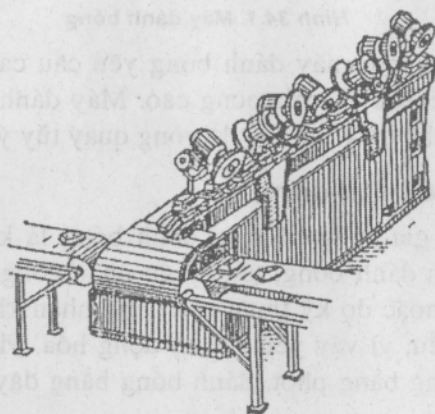
Hình 34.4a và hình 34.4b là hai loại máy đánh bóng rung.

Máy đánh bóng tự động bằng dây đai giống như máy đánh bóng tự động bằng phốt, có thể thực hiện đánh bóng thô, vừa, mịn trong một chu trình.

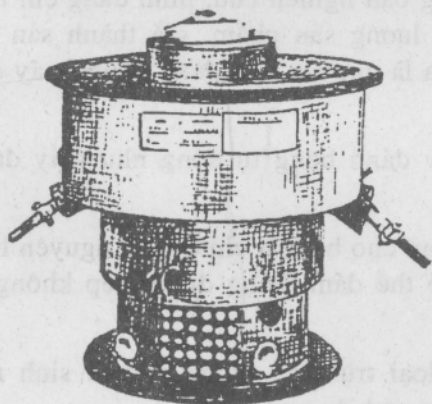
Máy đánh bóng tự động có thể gia công chi tiết theo đường thẳng, có loại chuyển động liên tục trên giá quay hình tròn.



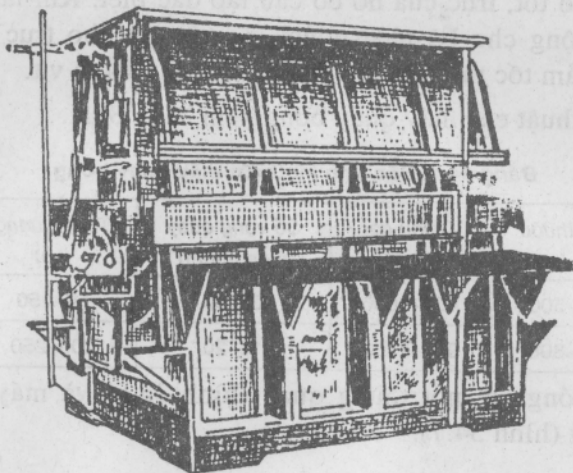
Hình 34.2. Máy đánh bóng tự động mặt phốt



Hình 34.3. Máy đánh bóng tự động theo góc nghiêng của phốt



Hình 34.4a. Máy đánh bóng rung

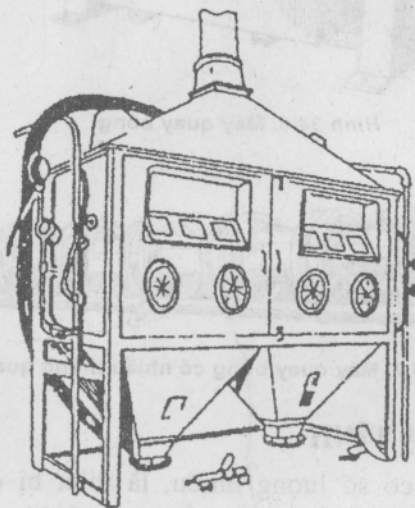


Hình 34.4b. Máy đánh bóng rung

3. Máy phun cát

Máy phun cát gồm có hòm đựng cát, tủ làm việc, bàn làm việc v.v..., xem hình 34.5.

Khi làm việc, không khí nén cuốn những hạt cát nhỏ, phun trên bề mặt chi tiết. Tùy từng kim loại mà sử dụng độ hạt của cát và áp suất không khí nén khác nhau.



Hình 34.5. Máy phun cát

4. Máy quay bóng

Máy quay bóng làm bằng sắt thép, hoặc gỗ. Hình dạng: hình trụ tròn, hình lục giác, bát giác v.v...

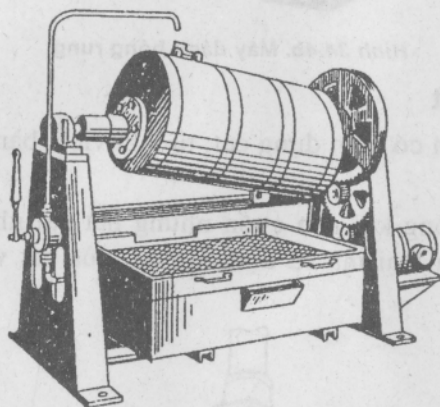
Để khuấy đảo tốt, trục của nó có cấu tạo đặc biệt. Khi làm việc động cơ truyền chuyển động cho bộ phận giảm tốc, truyền cho trục làm cho thùng quay, bộ phận giảm tốc thông thường dùng trục vít, bánh vít.

Đặc tính kỹ thuật của máy quay bóng xem bảng 34.1.

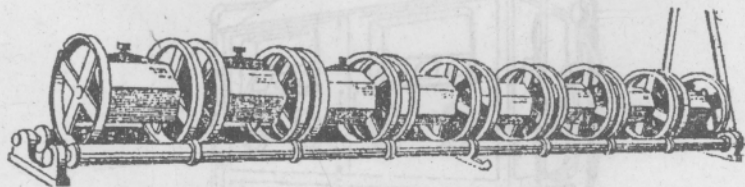
Bảng 34.1. Đặc tính kỹ thuật máy quay bóng

Loại thùng quay	Kích thước trong (mm)	Chiều dài (mm)	Số vòng quay (vòng/phút)	Trọng lượng (kg)	Công suất mô-tơ (KW)
Dài	200-500	400-1000	20-30	50-150	0,07-0,02
Ngắn	600-800	900-1200	15-20	200-250	0,37-0,55

Máy quay bóng có một thùng quay (hình 34.6) và máy quay bóng có nhiều thùng quay (hình 34.7).



Hình 34.6. Máy quay bóng



Hình 34.7. Máy quay bóng có nhiều thùng quay

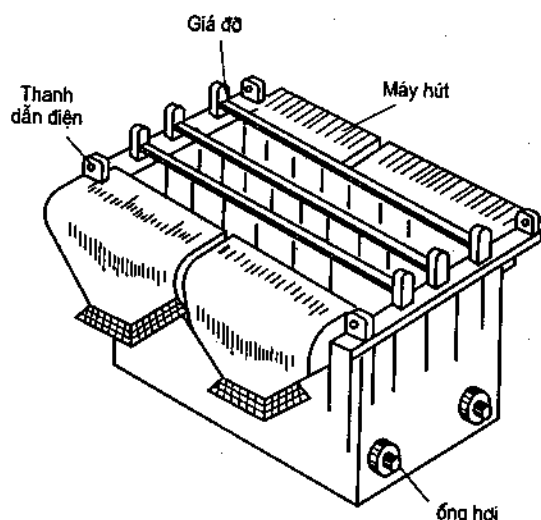
III – CẤU TẠO BỂ MẠ TĨNH

Bể mạ tĩnh thường có số lượng nhiều, là thiết bị chủ yếu trong phân xưởng mạ. Bể mạ tĩnh gồm bể ngoài, bể lót, thiết bị gia nhiệt, máng hút, thanh dẫn điện, giá đỡ, xem hình 34.8.

1. Bể ngoài

Bể ngoài là bộ phận chủ yếu để đựng dung dịch, các bộ phận khác như máng hút, thanh dẫn điện, ống gia nhiệt đều cố định với bể.

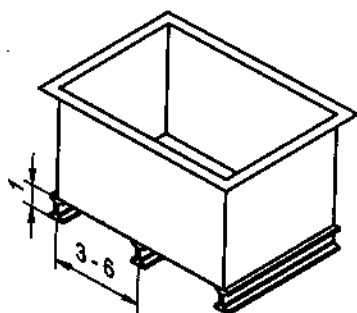
Nguyên liệu chế tạo bể mạ tĩnh là gỗ, thép, sứ, gạch v.v... nhưng dùng nhiều nhất là những tấm thép hàn lại với nhau; thiết bị đơn giản, kinh tế, bền, dễ chế tạo.



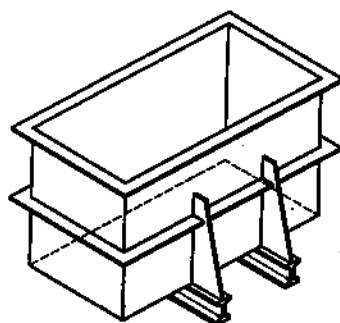
Hình 34.8. Cấu tạo bể mạ tĩnh

Bể ngoài thường dùng là những tấm thép dày 4 – 5 mm, có thể dùng thép cacbon thông thường, dùng hàn hơi hay hàn điện ghép lại với nhau. Sau khi hàn xong dùng dầu hỏa, xăng hoặc đựng nước để kiểm tra có thủng hay không, nếu không chảy thì dùng được.

Để làm tăng độ bền của bể, ở bốn bên hàn thêm thép Cooc nhe. Xem hình 34.9a và 34.9b.



Hình 34.9a.
Tăng trợ lực dưới đáy bể.



Hình 34.9b
Tăng trợ lực xung quanh bể

2. Bể lót trong

Bể này dùng để lót trong bể ngoài nhằm chống sự ăn mòn của dung dịch với thùng. Vì vậy nếu dung dịch không ăn mòn thì không cần lót trong. (Thí dụ như bể rửa nước, bể trung hòa, bể tẩy dầu v.v...).

Bể lót trong làm bằng nguyên liệu chống ăn mòn (thí dụ như chì, cao su cứng, các loại chất dẻo v.v...). Tùy theo dung dịch mạ mà chọn loại nguyên liệu lót trong thích hợp, nhằm chống sự ăn mòn.

Hiện nay một số bể mạ được lót trong bằng composit (thí dụ như bể mạ niken, bể tẩy nhẹ v.v...).

3. Thiết bị gia nhiệt

Trong quá trình mạ hoặc gia công bể mạ cần có nhiệt độ nhất định. Thí dụ khi tẩy dầu cần nhiệt độ $80 - 90^{\circ}\text{C}$, mạ crôm cần nhiệt độ $45 - 48^{\circ}\text{C}$. Vì vậy cần có phương pháp nhất định để gia nhiệt dung dịch.

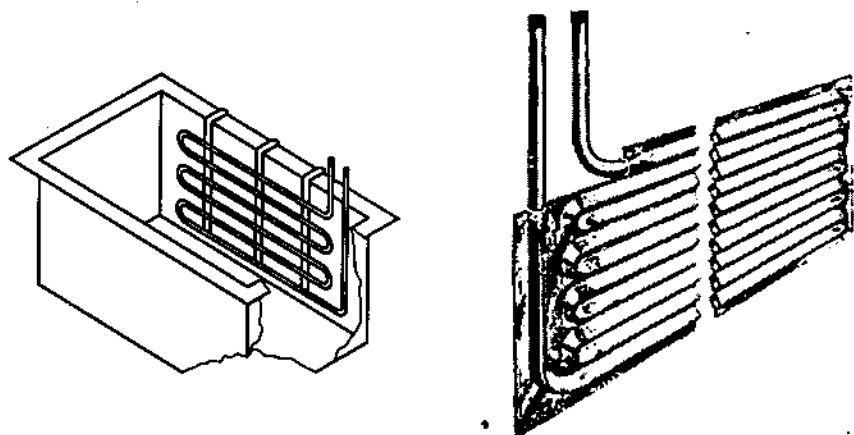
Có hai phương pháp gia nhiệt: gia nhiệt hơi và gia nhiệt điện.

- Gia nhiệt điện có hai loại, một loại thiết bị gia nhiệt trực tiếp vào dung dịch, một loại thiết bị gia nhiệt ở dưới đáy bể. Gia nhiệt bằng điện có ưu điểm là: gia nhiệt dần dần, có thể đạt được nhiệt độ cao trên 100°C , thao tác đơn giản, điều chỉnh thuận lợi, nhưng có khuyết điểm là điện tiêu hao lớn, gia nhiệt điện không an toàn. Vì vậy chỉ khi nào cần nhiệt độ cao mà gia nhiệt hơi không thể đạt được, hoặc không có gia nhiệt hơi mới dùng gia nhiệt điện.

- Gia nhiệt hơi được dùng nhiều nhất, gia nhiệt hơi thường dùng áp lực $2 - 3 \text{ kg/cm}^2$. Thiết bị gia nhiệt hơi là những ống hình chữ U chứa hơi hoặc là ống hơi và nước.

Gia nhiệt hình chữ U có thể đặt ở đáy thùng hoặc cạnh thùng xem hình 34.10.

Ngày nay do sự tiến bộ của kỹ thuật sử dụng thiết bị trao đổi nhiệt, đặt ở bên ngoài thùng. Dung dịch mạ được bơm vào thiết bị trao đổi nhiệt, sau đó lại trở về thùng mạ, nếu dùng phối hợp với máy lọc, có thể lọc liên tục và khuấy động dung dịch. Thiết bị trao đổi nhiệt xem hình 34.11.



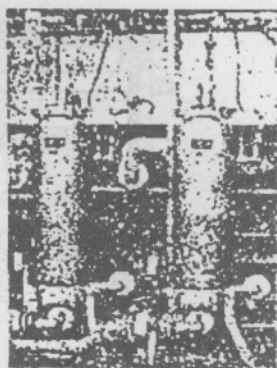
Hình 34.10. Gia nhiệt hình chữ U đặt bên cạnh bể

4. Thanh dẫn điện

Tác dụng của thanh dẫn điện để treo anốt và chi tiết mạ (catốt) và truyền điện. Vì vậy thanh dẫn điện phải đạt yêu cầu sau:

- Chịu được trọng lượng của anốt và chi tiết.
- Có tác dụng truyền điện tốt, giảm tiêu hao điện nhỏ nhất.

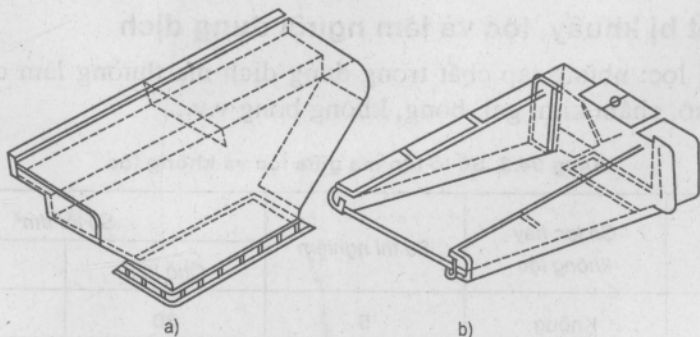
Thanh dẫn điện thường dùng là ống đồng vàng hay đồng đỏ. Đồng vàng dẫn điện tốt, chịu được tải trọng cao. Hai đầu thanh dẫn điện đặt trên mép bể, giá này làm bằng nguyên liệu cách điện như sứ, cao su, gỗ cứng, PVC v.v... Để đảm bảo tiếp xúc và dẫn điện tốt cần phải thường xuyên rửa sạch thanh dẫn điện.



Hình 34.11. Bộ trao đổi nhiệt đặt ngoài

5. Máng hút

Tác dụng của máng hút để hút khí độc trong bể, bảo vệ sức khỏe công nhân. Bể rửa nước, bể thu hồi, bể trung hòa không cần máng hút. Bể sinh ra khí độc như bể tẩy dầu, bể mạ crôm, mạ hợp kim đồng thiếc v.v... cần có máng hút. Máng hút có hai loại: máng hút đơn và máng hút hình chữ U (hình 34.12). Máng hút thường đặt ở cạnh bể. Máng hút đơn thường đặt một trong hai cái (mỗi bên 2 cái). Bể rộng dưới 500 mm có thể đặt máng hút ở một bên, nếu bể rộng hơn 500 mm cần đặt máng hút ở hai bên.

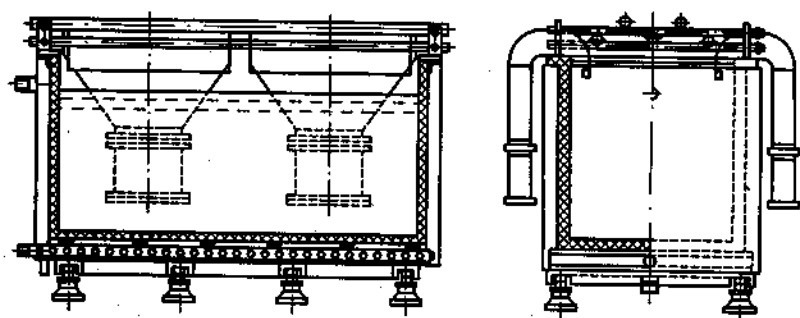


Hình 34.12.

a) Máng hút đơn; b) Máng hút hình chữ U

Máng hút hình chữ U có khuyết điểm là sức hút ở các chỗ không giống nhau, ở đầu mạnh hơn ở cuối, cho nên máng hút này chỉ dùng cho bể có kích thước nhỏ, nếu kích thước bể dài phải dùng máy hút đơn. Bố trí đặt máng hút lên bể mạ xem hình 34.13.

Trong phân xưởng có hai hệ thống hút độc: hệ thống hút độc xianua, hệ thống hút độc kiem, axit. Mục đích để tránh sinh ra HCN gây độc hại cho công nhân.



Hình 34.13. Lắp máng hút trên bề mặt bể mạ

Khi mạ crôm, lượng không khí cần hút trên bề mặt dung dịch của mỗi mét khối có quan hệ tới độ rộng của bể, xem bảng 34.2.

Bảng 34.2. Lượng không khí cần hút của mỗi mét khối trên bề mặt dung dịch (m^3 /phút)

Nhiệt độ dung dịch	Độ rộng của bể mạ crôm			
	Dưới 500	500 – 700	750 – 900	900 – 1000
45	65–70	75–80	85–90	90–95
60	70–75	80–85	90–95	95–105

Khi mạ crôm dùng nhiệt độ cao, mật độ dòng điện cao, lượng CrO_3 dạng sương mù bị hút đi rất lớn, có thể tiêu hao đến 30%. Dùng bộ phận thu hồi CrO_3 làm giảm nhiễm bẩn không khí, tiết kiệm nguyên liệu có ý nghĩa lớn. Dùng thiết bị thu hồi, hiệu suất thu hồi đạt trên 99,5%, nên được sử dụng rộng rãi.

6. Thiết bị khuấy, lọc và làm nguội dung dịch

Thiết bị lọc: những tạp chất trong dung dịch mạ thường làm cho lớp mạ biến màu, thô, chám kim, gai, bong, không bong v.v...

Bảng 34.3. Số lỗ lọc mạ giữa lọc và không lọc

Độ dày (mm)	Có lọc hay không lọc	Số thí nghiệm	Số lỗ/ dm^2	
			Chỗ lỗm	Chỗ lõi
0,025	Không	5	30	9
	Có	3	6,2	0,9
0,015	Không	5	86	51
	Có	3	10	2,6
0,05	Không	5	230	152
	Có	3	113	66
	Lọc tinh	9	32	25

Bảng 34.3 so sánh số lỗ lọc mạ giữa lọc và không lọc do Mỹ làm thí nghiệm. Từ bảng trên ta thấy tầm quan trọng của việc lọc dung dịch, khi có lọc số lỗ lọc mạ giảm đi rất nhiều.

Nguyên nhân gây ra những tạp chất trong dung dịch như sau:

- Bụi không khí.
- Những chất bẩn bám vào vật mạ.
- Bùn anốt.
- Do khuấy bằng không khí và tạp chất hữu cơ sinh ra do sự phân hủy của chất làm bóng.
- Những tạp chất do giá treo gây ra.
- Tạp chất sinh ra dung dịch mạ và nước không tinh khiết.
- Những tạp chất khác trong quá trình mạ.

Những tạp chất trên phải giải quyết cơ bản trước khi lọc. Lọc chỉ sử dụng khi không có cách giải quyết nào khác.

Chọn máy lọc, điều quan trọng công suất và tính chất của nó. Thông thường chọn công suất máy lọc trong một giờ lọc được thể tích bằng 3 – 5 lần thể tích bể mạ, đối với bể mạ bóng niken, lọc được thể tích bằng 5 – 10 lần thể tích bể mạ. Đối với dung dịch kiềm dùng thép để chế tạo máy lọc, đối với dung dịch axit, những phần tiếp xúc với dung dịch mạ phải dùng cao su cứng, chất dẻo clovinyl, hợp kim thép không gỉ molip đen, thép silic để bảo vệ, nhưng thép silic cứng, gia công khó thường không sử dụng.

Vật liệu để lọc thường là vải bông, sợi tổng hợp, sợi thủy tinh, than hoạt tính, sứ. Vải bông dùng trong dung dịch trung tính, sợi acrylic, sợi vinyl dùng cho dung dịch axit, sợi thủy tinh dùng cho dung dịch có độ axit cao, có hợp chất flo.

Để nâng cao tốc độ lọc, bảo đảm dung dịch sạch, thường cho vào các chất phụ trợ. Chất phụ trợ thường dùng là than hoạt tính. Tốc độ máy lọc xem bảng 34.4, từ bảng trên có thể tính được công suất máy lọc.

Bảng 34.4. Tốc độ lọc của các dung dịch

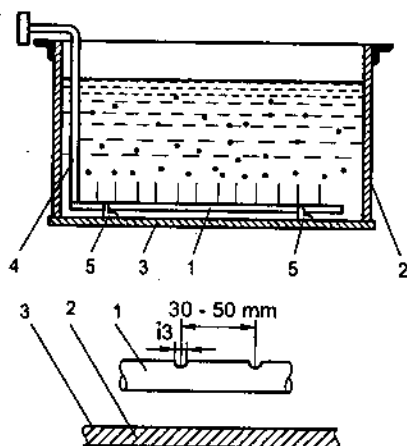
Loại dung dịch	Tốc độ lọc trung bình
	$l/dm^2.giờ$
Mạ niken bóng, bán bóng	14
Mạ đồng sunfat, kẽm sunfat, crôm	14–20
Mạ thiếc axit, bạc xianua	10–14
Mạ đồng xianua	10–16
Mạ hợp kim đồng kẽm	10
Mạ kẽm xianua	6
Mạ thiếc kiềm	6–10

Để làm tăng mật độ dòng điện, nâng cao năng suất, chất lượng ta dùng thiết bị khuấy lọc tuần hoàn.

Khi không di động catốt có thể dùng các phương pháp sau để khuấy dung dịch: phương pháp khuấy cơ khí bằng máy khuấy, phương pháp khuấy bằng không khí nén và phương pháp khuấy lọc tuần hoàn dung dịch.

Phương pháp khuấy cơ khí hầu như không được sử dụng, vì kích thước bể lớn phải đặt rất nhiều máy khuấy.

Phương pháp dùng khí nén được sử dụng rộng rãi. Ở dưới đáy bể đặt ống có nhiều lỗ (ống sắt nếu như dung dịch kiềm, ống chì hoặc PVC nếu là dung dịch axit, hình 34.14).



Hình 34.14. Bể có thiết bị khuấy bằng không khí nén

1. Ống có nhiều lỗ; 2. Lớp cách điện; 3. Bể mạ; 4. Ống dẫn khí vào; 5. Vật đệm

Một đầu ống bịt kín, một đầu ống nối với ống tổng của máy nén khí. Áp lực điều chỉnh bằng van giảm áp với áp suất $0,5 - 1 \text{ kg/cm}^2$. Vì thế giữa ống và máy nén khí phải có van giảm áp, đồng hồ áp lực và van an toàn, vì thế trên đường ống phải có bộ phận lọc. Hiện nay, người ta chế tạo quạt nén khí có công suất cao, có bộ phận lọc. Tùy theo dung tích của bể mạ chọn công suất khác nhau. Dùng phương pháp này dung dịch được khuấy mạnh, đều, nhưng không dùng được với dung dịch có phản ứng với oxy hoặc cacbonic, thí dụ: dung dịch mạ xianua hoặc dung dịch mạ sắt.

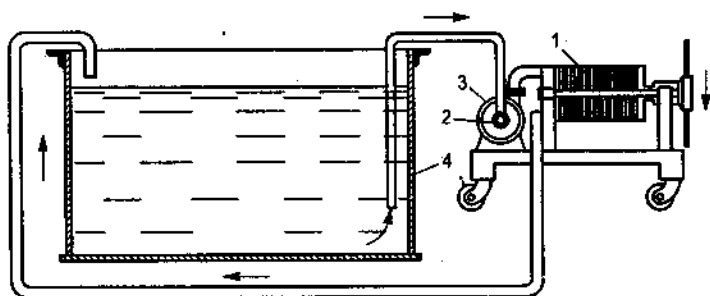
Phương pháp khuấy lọc tuần hoàn có đặc điểm dung dịch được tiến hành khuấy, đồng thời được lọc liên tục. Dung dịch ở dưới đáy bể được hút ra qua máy lọc, theo đường ống đi về bộ phận catốt trên miệng bể.

Thùng mạ có bộ phận lọc liên tục xem hình 34.15.

Máy lọc dung dịch có nhiều loại, có loại gồm nhiều đĩa lọc, giữa các đĩa lọc có nguyên liệu để lọc như nỉ, vải, giấy lọc v.v... dung dịch đi qua những tấm đĩa lọc, được lọc sạch, qua ống đi vào bể mạ. Hiện nay được dùng nhiều

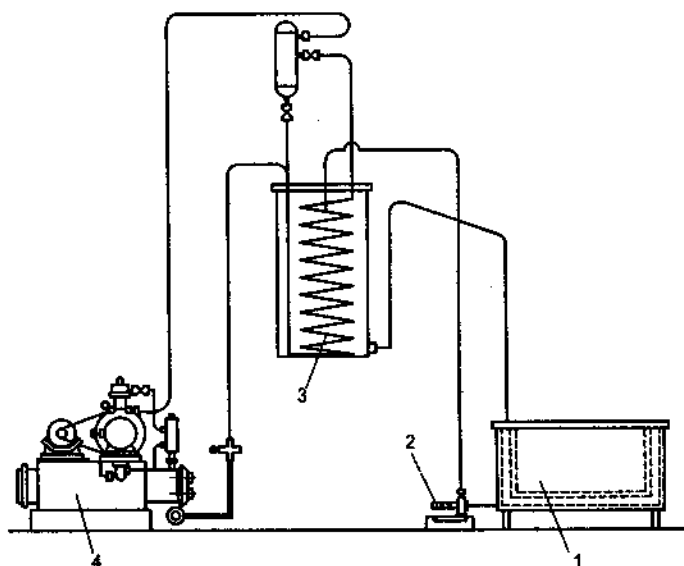
là máy lọc có ống lọc, ống lọc bằng sợi vải chịu axit, tùy theo công suất máy lọc có số ống khác nhau, thông thường có từ 4 – 12 ống lọc, dung dịch được lọc sạch qua ống lọc.

Trong bể mạ, nếu nhiệt độ không cho phép vượt quá nhiệt độ thường (thí dụ như oxy hóa nhôm và hợp kim nhôm) phải dùng máy lạnh xem hình 34.16. Dùng bơm để bơm nước từ vỏ ngoài của bể cho vào buồng làm lạnh, buồng làm lạnh có ống xoắn. Ống xoắn nối với hệ thống máy lạnh. Khi nước được làm nguội 5 – 10°C đưa vào vỏ ngoài của bể.



Hình 34.15. Bể có bộ phận lọc liên tục

1. Máy lọc; 2. Bơm; 3. Động cơ; 4. Bể mạ



Hình 34.16. Sơ đồ máy lạnh để làm nguội dung dịch oxy hóa nhôm

1. Bể oxy hóa; 2. Bơm; 3. Ống xoắn làm nguội; 4. Máy lạnh.

IV – GIỚI THIỆU MỘT SỐ BỂ THƯỜNG DÙNG TRONG MẠ

1. Bể rửa nước và bể trung hòa

Đặc điểm của bể là chứa nhiều nước, hoặc dung dịch không có tác dụng ăn mòn. Vì vậy chế tạo bể, có thể dùng những tấm thép hàn lại với nhau, không cần lót. Trong bể rửa nước, nước cần phải sạch và liên tục đi vào. Để đảm bảo nước sạch, ống dẫn cần đặt ở dưới đáy thùng, nước sạch từ dưới lên, nước bẩn thoát ra mặt trên. Cách tốt nhất dùng không khí nén đi vào đặt ở dưới đáy bể, khuấy động nước, làm cho nước sạch. Để tiết kiệm nước và rửa sạch dùng phương pháp rửa ngược chiều, trình bày ở chương 31.

2. Bể tẩy dẫn hóa học và bể tẩy dầu điện hóa

Bể đựng dung dịch kiềm, vì vậy không cần lót trong.

Bể cần gia nhiệt $70 - 80^{\circ}\text{C}$, do đó trong bể có ống gia nhiệt hơi hoặc gia nhiệt điện, phải lắp những thanh dẫn điện trên giá cách điện.

Tẩy dầu điện hóa thường sinh ra khí độc, vì vậy phải có quạt hút độc, đặt ở hai cạnh bể, hút hơi độc đi. Nếu bể có chiều rộng nhỏ hơn 500 mm thì đặt máng hút đơn, bể lớn hơn đặt máng hút ở hai bên.

3. Bể tẩy gỉ hóa học hoặc bể tẩy gỉ điện hóa

Bể thường chứa dung dịch axit (H_2SO_4 , HCl v.v...) vì vậy thép bị ăn mòn, cần phải lót trong để chịu axit.

Bể lót thường dùng là những tấm chì hàn nối với nhau. Tốt nhất dùng chì có 6 – 8% Sb, độ dài tấm lót là 4 – 5 mm. Thùng lót chì có thể chịu được axit sunfuric, axit Cromic, nhưng không chịu được axit Clohidric. Có thể dùng các nguyên liệu khác nhau để thay thế chì như cao su cứng, gạch chịu axit, xi măng chịu axit, chất dẻo PVC hoặc phủ lên lớp composit v.v...

Bể tẩy gỉ axit, tẩy gỉ điện hóa v.v... chứa nồng độ axit đặc, phải có máng hút hơi độc.

4. Bể mạ dung dịch kiềm và bể mạ xianua

Bao gồm các bể mạ đồng xianua, mạ hợp kim đồng thiếc, mạ kẽm xianua v.v...

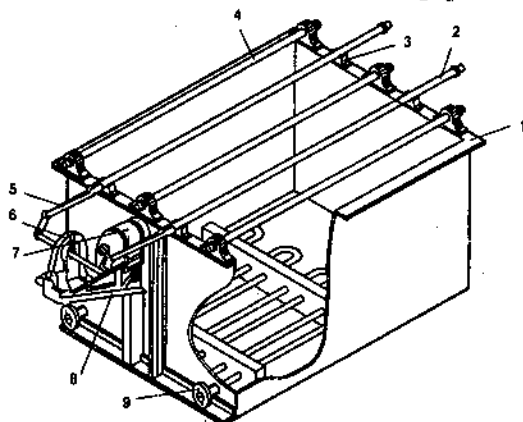
Loại dung dịch này không có tác dụng ăn mòn đối với thép cho nên không cần lót trong, ống gia nhiệt có thể dùng vật liệu thép không cần lót chì. Bể cần có quạt hút vì có nhiều khí độc.

5. Bể mạ dung dịch tính axit

Gồm các bể mạ niken, mạ đồng axit, mạ kẽm axit v.v... Dung dịch axit ăn mòn bể thép, vì vậy phải dùng bể lót. Vật liệu chịu axit lót bể như chì, cao su cứng, chất dẻo PVC, phủ lớp composit v.v... ống gia nhiệt hình chữ U cũng cần phải lót chì.

Nếu nhiệt độ dung dịch không cao quá 50°C thì không cần thiết bị hút độc. Nếu nhiệt độ lớn hơn 50°C , khuấy v.v... cần có quạt hút. Hình 34.17 là bể mạ niken bóng có di động catốt. Mục đích di động catốt để tránh cho bột khí bám trên catốt, đồng thời còn khuấy dung dịch, để thu được lớp mạ tốt.

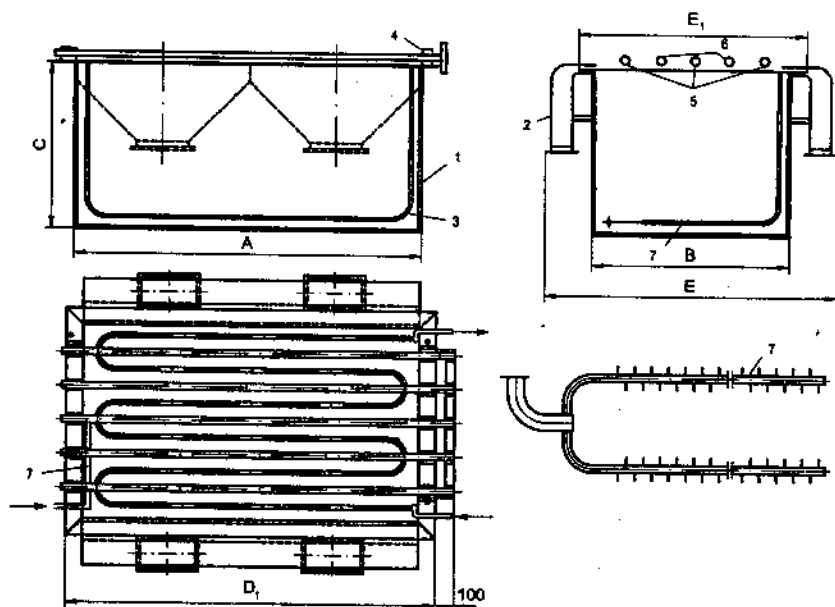
Động cơ quay qua hộp giảm tốc, truyền chuyển động qua thanh dẫn điện catốt.



Hình 34.17. Bể mạ niken bóng có di động catốt

1. Bể sắt lõi chì hoặc PVC; 2. Thanh dẫn điện catốt; 3. Con lăn; 4. Thanh dẫn điện anốt;
5. Thanh truyền; 6. Hộp giảm tốc; 7. Động cơ; 8. Giá đặt động cơ; 9. Ống gia nhiệt.

Hình 34.18 là bể mạ niken bóng có ống gia nhiệt, khuấy bằng không khí nén.



Hình 34.18. Bể mạ niken bóng khuấy bằng không khí nén

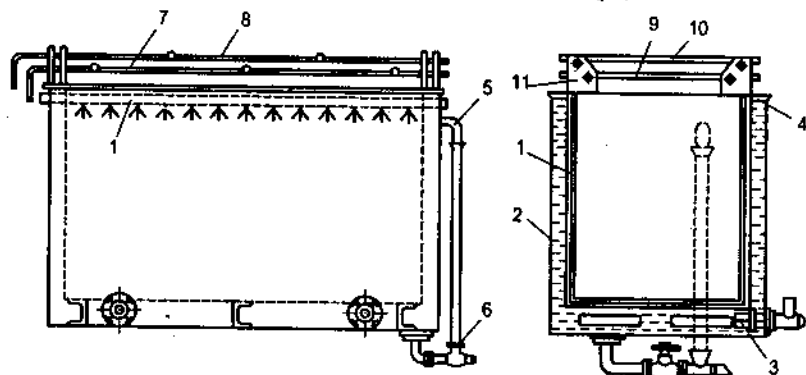
1. Bể mạ; 2. Máng hút; 3. Ống gia nhiệt; 4. Giá cách điện; 5. Thanh dẫn điện catốt; 6. Thanh dẫn điện anốt; 7. Ống PVC khuấy bằng không khí nén

6. Bể mạ crôm

Bể mạ crôm cần phải lót chì, hoặc PVC có ống gia nhiệt bằng chì đặt ở trong bể.

Để khống chế nhiệt độ tốt, bảo đảm nhiệt độ ổn định, bể mạ crôm có hai vỏ, vỏ ngoài lớn, vỏ trong nhỏ (đặt trong vỏ lớn). Ở giữa hai vỏ cho ống hơi và nước. Nếu nhiệt độ thấp, điều chỉnh van mở nhiều hơi, mở ít nước. Nếu nhiệt độ cao, mở nhiều nước, mở ít hơi, do đó có thể bảo đảm nhiệt độ ổn định, xem hình. 34.19.

Mạ crôm có nhiều khí độc bay ra, vì vậy phải có quạt hút



Hình 34.19. Bể mạ crôm

1. Bể lót chịu axit, 2. Vỏ ngoài, 3. Thiết bị gia nhiệt trực tiếp bằng hơi; 4. Thiết bị làm nguội;
5. Nước chảy tràn; 6. Chỗ thoát nước. 7. Thanh dẫn điện anốt ???, 8. Thanh dẫn điện catốt dọc,
9. Thanh dẫn điện anốt ngang, 10. Thanh dẫn điện catốt ngang, 11. Đế cách điện.

7. Kích thước các bể mạ

Các bể mạ tĩnh thường được chế tạo theo các kích thước đã quy định sẵn. Tùy theo năng suất mạ, đặc điểm vật mạ, các trang bị phụ trợ cho bể (quạt hút, ống hơi, khuấy v.v...) mà kích thước bể sẽ lớn nhỏ khác nhau.

Bảng 34.5. Kích thước một số bể mạ thường dùng

Loại bể	Kích thước bể (mm)			Thể tích (lít)	Loại bể	Kích thước bể (mm)			Thể tích (lít)
	Dài	Rộng	Cao			Dài	Rộng	Cao	
01	600	550	800	250	08	1500	1000	1000	1300
02	800	700	800	400	09	2200	700	1000	1400
03	1200	700	800	600	10	2200	1000	1000	2000
04	1500	700	800	750	11	3000	700	1000	2000
05	800	700	1000	550	12	3000	1000	1000	2000
0,6	1200	700	1000	800	13	800	450	800	270
0,7	1500	700	1000	1000	14	800	450	1000	350

V – THIẾT BỊ MẠ QUAY

Thiết bị mạ quay bao gồm nhiều dạng: hình chuông, hình trống và lắc. Mạ chi tiết nhỏ, số lượng nhiều, nếu dùng mạ treo không những lãng phí công, lớp mạ cũng không tốt, vì vậy dùng mạ quay là biện pháp kinh tế, hợp lý nhất.

Dùng thiết bị mạ quay, mạ các chi tiết nhỏ, năng suất rất cao, ngoài ra mạ quay còn làm cho chất lượng lớp mạ tốt, vì các nguyên nhân sau:

- Do các chi tiết quay va chạm lẫn nhau, nên khi mạ không có bọt khí bám trên bề mặt, vì vậy lớp mạ không bị rỗ, chàm kim.

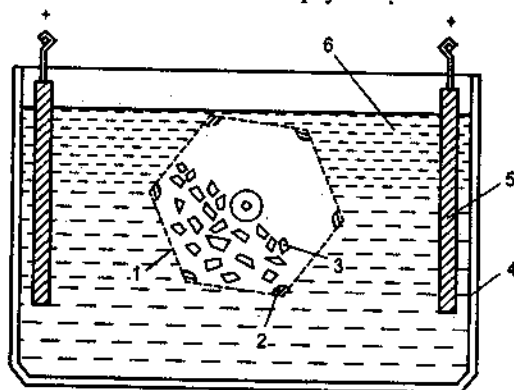
- Do các chi tiết va chạm lẫn nhau, bụi tạp chất rắn trong dung dịch không thể bám trên lớp mạ, vì vậy lớp mạ không có gai.

- Do các chi tiết bị mài, cọ sát lẫn nhau làm cho bề mặt bóng, có thể bỏ được bước đánh bóng sau mạ.

- Vị trí các chi tiết trong thùng không ngừng chuyển động, vì vậy các bộ phận của chi tiết đều chịu tác dụng của dòng điện, do đó được lớp mạ dày, mỏng đồng đều.

1. Thùng mạ quay hình trống

Thùng quay hình trống gồm thùng quay và thùng mạ. Khi mạ cho các chi tiết vào trong thùng quay và cho thùng quay vào dung dịch. Khi chi tiết quay tiếp xúc với thanh đồng, đặt trong thùng, thanh này nối với catốt của nguồn điện, anốt treo bên ngoài thùng quay. Thùng quay có thể làm bằng nguyên liệu như thủy tinh hữu cơ bachelit, PVC v.v... Để thùng chuyển động, có thể dùng các phương pháp như truyền động bánh răng, hộp giảm tốc, dây xích v.v... Trên thùng có khoan nhiều lỗ để dung dịch và dòng điện đi qua, độ lớn của lỗ căn cứ vào độ lớn của chi tiết mà quyết định.

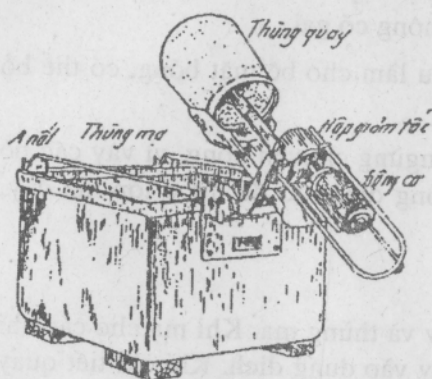


Hình 34.20. Nguyên lý thiết bị mạ quay

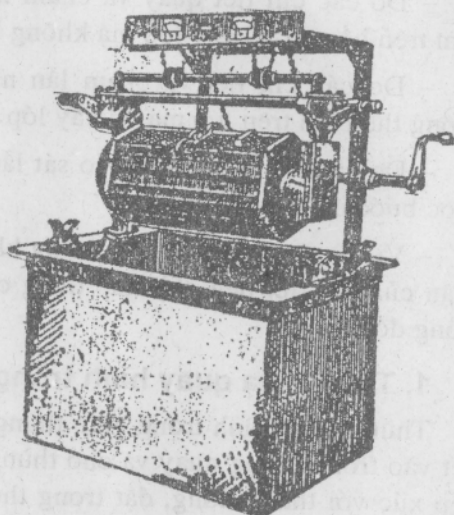
1. Thùng quay, 2. Catốt; 3. Chi tiết; 4. Bể mạ;
5. Anốt; 6. Dung dịch mạ.

Hình 34.20 là nguyên lý một loại thiết bị mạ quay. Hai bên bể mạ đều treo anốt 5. Thùng quay 1 dùng đường gạch nối biểu thị thùng có nhiều lỗ, chi tiết 2 là thanh đồng catốt, chi tiết 3 lúc nào cũng tiếp xúc với các chi tiết 2, 4 là thùng mạ, 6 là dung dịch mạ. Tốc độ quay của thùng 8-10 vòng/phút. Khi mạ quay điện trở lớn, do đó điện thế tương đối cao (khoảng 9 - 12V). Thùng mạ quay có loại lớn (Hình 34.21a) loại nhỏ (hình 34.21b).

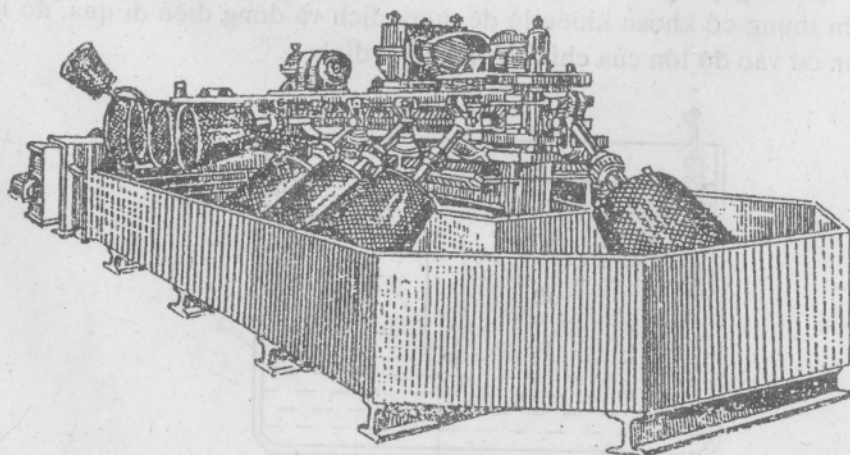
Đặc tính kỹ thuật của thùng quay hình trống xem bảng 34.6 và thiết bị mạ quay tự động (hình 34.22).



Hình 34.21b.
Thùng mạ quay loại nhỏ



Hình 34.21a
Thùng mạ quay loại lớn



Hình 34.22. Thùng mạ quay tự động

Bảng 34.6. Đặc tính kỹ thuật của thùng quay hình trống

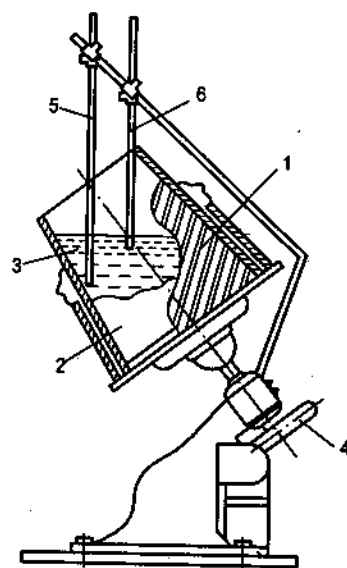
Loại thùng	Kích thước thùng mạ (mm)	Thể tích thùng (l)	Kích thước thùng quay D, L (mm)	Trọng lượng (kg)	Số vòng quay (vòng/ph)	Công suất động cơ (KW)	Dòng điện (A)	Điện thế (V)
Thùng nhúng ngập trong dung dịch 1/2 đường kính Lục giác	550 x 600 x 700	150	230 x 450	12	10-15	0,15	30-40	8-10
Tròn	550 x 600 x 700	150	300 x 450	20	10-15	0,15	50-75	10-12
Thùng quay lục giác nhúng ngập hai ngăn	970 x 550 x 800	250	270 x 730	30	8-15	0,15	80-200	8-12
Ba ngăn	1300 x 620 x 800	550	360 x 1000	60	5-10	0,25	100-250	8-12
Thùng quay với cơ cấu nâng hạ	900 x 800 x 800	400	500 x 600	40	8-10	0,5	100 - 150	10 - 12

2. Thùng mạ quay hình chuông

Những chi tiết có ren, có hình góc phức tạp, có đầu nhọn v.v... nếu quay trong hình trống thì ren và góc nhọn bị mòn đi, làm mất hình dáng kích thước. Vì vậy phải có thiết bị thích hợp, thường dùng thùng quay hình chuông với tốc độ quay nhỏ hơn để mạ các chi tiết này (hình 34.23).

Thùng mạ quay hình chuông làm bằng nguyên liệu cách điện như gỗ, thép lót cao su cứng, thủy tinh hữu cơ, PVC v.v...

Chi tiết mạ đổ vào thùng, ngâm trong dung dịch 3. Khi mạ động cơ truyền động cho thùng quay. Thùng quay với tốc độ chậm, chi tiết và catốt 5 luôn luôn tiếp xúc với nhau. Anốt nối với thanh 6 đặt phía trên dung dịch nhưng không được để chạm với catốt và chi tiết, nếu không sẽ sinh ra đoản mạch.



Hình 34.23. Thùng mạ quay hình chuông
1. Thùng mạ; 2. Chi tiết mạ; 3. Dung dịch mạ;
4. Bộ phận giảm tốc; 5. Catốt; 6. Anốt.

Tốc độ quay hình chuông vào khoảng 8 – 15 vòng/phút, thùng càng lớn, tốc độ quay chậm.

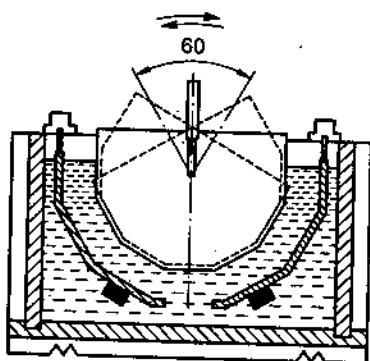
So với thùng quay hình trống, thùng quay hình chuông có một số khuyết điểm sau:

- Diện tích anốt nhỏ không tương xứng với diện tích catốt.
- Thể tích thùng nhỏ, mỗi lần chỉ mạ được rất ít chi tiết.
- Mỗi lần mạ xong phải đổ dung dịch và chi tiết ra, như vậy dung dịch tổn thất nhiều.
- Mật độ dòng điện rất nhỏ, nếu không hong dung dịch.

Vì vậy chỉ khi nào không dùng được thùng quay hình trống mới dùng thùng quay hình chuông. Điện thế trong thùng quay hình chuông khoảng 8 – 12V.

3. Thùng lắc

Thùng lắc không chuyển động như thùng quay mà lắc đi, lắc lại với một góc 60°C , xem hình 34.24.



Hình 34.24. Nguyên lý thùng lắc

- Chi tiết bị mài mòn và va chạm nhau nhỏ hơn so với thùng quay hình trống và hình chuông. Vì vậy để tránh sự mài mòn đối với các chi tiết người ta mạ trong thùng lắc.

- Một số chi tiết trước khi mạ đã đánh bóng để tránh sinh ra vết xây xước trên bề mặt, có thể mạ trong thùng lắc.

- Một số chi tiết khi quay trong thùng hình trống dễ móc với nhau, mạ trong thùng lắc có thể tránh được sự cố này.

Như vậy mạ trong thùng lắc được lớp mạ tốt hơn, sản lượng lớn hơn thùng hình chuông. Anốt treo lên ngoài thùng lắc, trong thùng lắc cũng treo Anốt phụ, làm cho lớp mạ phủ đồng đều. Mỗi phút thùng lắc 3 – 10 lần. Điện thế thùng mạ vào khoảng 6 – 10 V.

VI - THIẾT BỊ MẠ TỰ ĐỘNG

Trong quá trình sản xuất, do số vốn và sản lượng không ngừng tăng lên, cho nên ở các nước công nghiệp phát triển, thiết bị mạ tự động được áp dụng rộng rãi. Ở nước ta, một số công ty sản xuất xe máy, liên doanh với nước ngoài đã tiến hành mạ tự động.

Mục đích của tự động hóa nhằm nâng cao năng suất lao động, giảm nhẹ, tiết kiệm nhân công, quản lý quy trình công nghệ tiên tiến, chặt chẽ, cho nên đảm bảo được chất lượng sản phẩm cao.

Nhưng do chủng loại, số lượng, tính chất, hình dáng, độ sạch của sản phẩm khác nhau cho nên gây khó khăn cho việc mạ tự động hóa. Lúc thiết kế cần căn cứ vào yêu cầu sử dụng các bước công nghệ để có thời gian gia công chính xác ở mỗi công đoạn, đảm bảo chất lượng sản phẩm. Sản phẩm trước khi mạ, bề mặt sản phẩm cần có quy định thống nhất. Đối với sản phẩm dưới tiêu chuẩn cần phải xử lý lại để tránh sinh ra những hư hỏng ở bước sau.

Khi thiết kế mạ tự động cần phải nghiên cứu các bước như sau:

1. Nghiên cứu sự phát triển và mối quan hệ các bước công nghệ để quyết định công trình.

2. Căn cứ vào tiêu chuẩn chất lượng sản phẩm mà quyết định chu kỳ thời gian (thời gian xử lý bề mặt, thời gian mạ, thời gian chuyển dịch đưa giá treo hoặc thùng quay v.v...).

3. Căn cứ vào hình dáng, kích thước, trọng lượng, khả năng phân bố của sản phẩm mà tính ra số lượng sản phẩm treo mỗi giá và quyết định kích thước giá treo (dài, rộng, cao).

4. Căn cứ vào số lượng sản phẩm tính toán số thùng quay hoặc giá treo cần mạ trong một đơn vị thời gian.

5. Tính toán số lượng các bể xử lý khác để hoàn thành toàn bộ công trình.

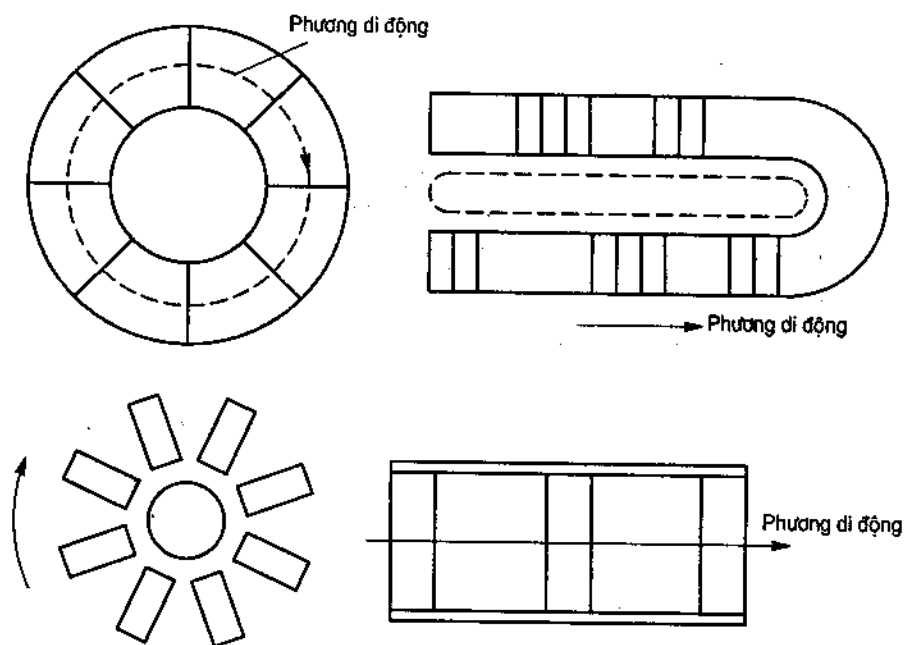
6. Tính toán công suất các thiết bị khác (nguồn điện, máy lọc, thiết bị gia nhiệt, khuấy v.v...).

Để đạt được hiệu quả cao trong việc tự động hóa, cần phải hiểu biết thành thạo các bước công nghệ, tính năng của các thiết bị tự động. Có nhiều loại thiết bị tự động: loại hình tròn, loại hình chữ U, loại đường thẳng (hình 34.25).

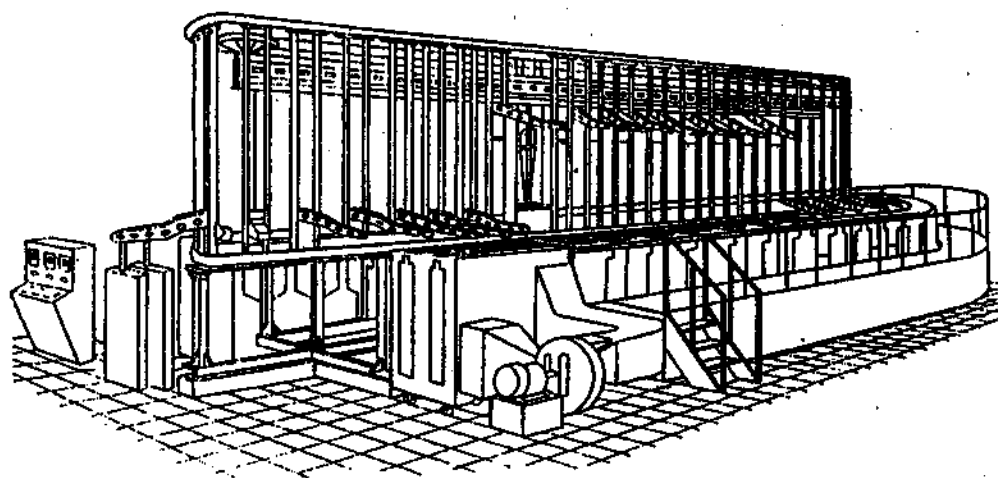
Hệ thống thiết bị tự động gồm rất nhiều bể, toàn bộ việc mạ từ tẩy dầu, tẩy gỉ, rửa, mạ, đều được tự động hóa.

Hình 34.26 là thiết bị tự động nâng hạ kiểu ô van.

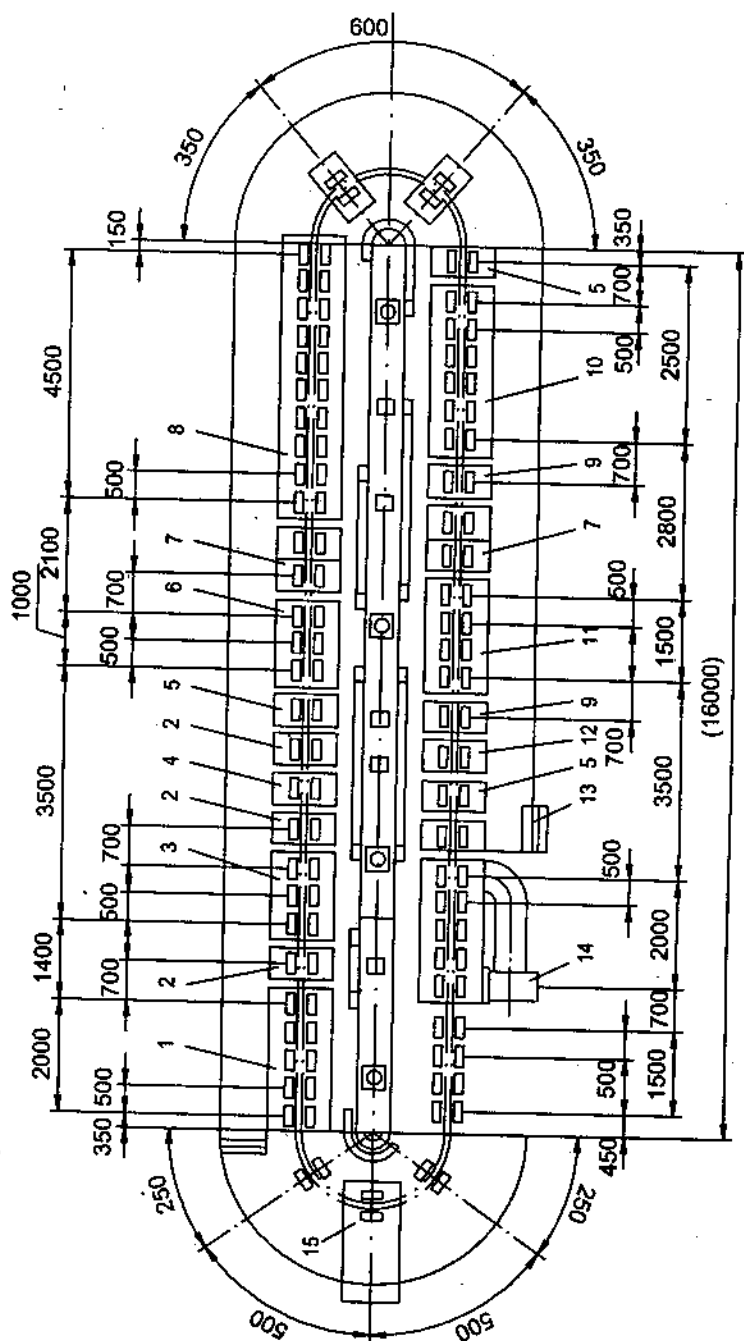
Hình 34.27 là mặt bằng của thiết bị tự động hình chữ U.



Hình 34.25. Các loại thiết bị tự động



Hình 34.26. Thiết bị tự động nâng hạ kiểu ôvan.



Hình 34.27. Sơ đồ mặt bằng thiết bị tự động hình chữ U

1. Bể tẩy dầu hóa học; 2. Bể rửa nước nóng; 3.4. Bể tẩy dầu điện hóa anot và catốt;
 5. Bể rửa nước lạnh; 6. Bể ăn mòn nhẹ; 7. Bể rửa; 8. Bể mạ niken bán bóng; 9. Bể thu hồi;
 10. Bể mạ niken bóng; 11. Bể mạ crôm; 12. Bể trung hòa; 13. Bể rửa nước nóng;
 14. Buồng sấy khô; 15. Thao tác.

VII - THIẾT BỊ ĐIỆN

Thiết bị điện trong phân xưởng gồm nguồn điện, mạch điện, tủ sấy điện v.v...

1. Máy phát điện một chiều

Máy phát điện một chiều gồm: động cơ xoay chiều, máy phát một chiều và đế máy v.v...

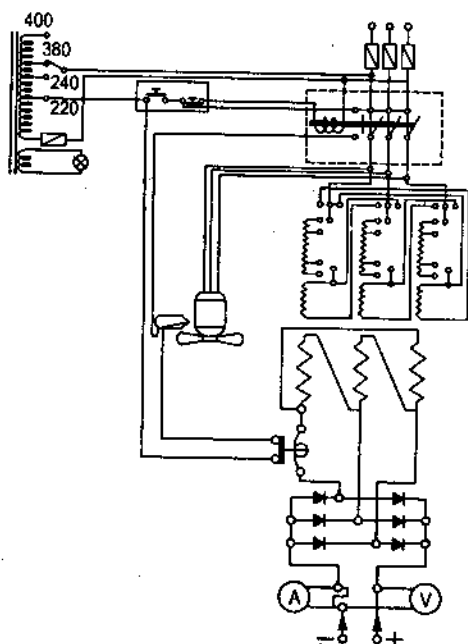
Máy phát điện một chiều gồm có vỏ máy, cuộn dây kích từ, chổi than v.v... Khi làm việc, động cơ truyền chuyển động cho máy phát, sinh ra dòng điện một chiều truyền đến chổi than, nhờ chổi than dòng điện từ máy phát đến nơi sử dụng. Điện lượng phát ra được khống chế nhờ dùng kích từ. Khi tăng điện trở kích từ, dòng điện đi qua cuộn dây kích từ giảm đi, do đó điện lượng giảm đi. Ngược lại thì điện lượng tăng lên. Sử dụng và bảo vệ máy phát:

- Khử động và dùng máy khi không có phụ tải.
- Không được sử dụng máy phát khi vượt quá phụ tải làm việc, thấy nhiệt độ cao quá phải dùng máy, để làm giảm nhiệt độ và kiểm tra máy phát.
- Máy phát quay không bình thường phải đình chỉ sử dụng.
- Lúc làm việc, chú ý để phòng sinh ra đoản mạch để tránh làm hỏng cuộn dây của máy.
- Khi phát hiện thấy chổi than bật tia lửa, nên điều chỉnh bề mặt làm việc hoặc dùng giấy ráp đánh chổi than.
- Trục phải cho dầu để phòng sự mài mòn.

2. Máy chỉnh lưu

Hiện nay máy chỉnh lưu được dùng rộng rãi để thay thế máy phát điện một chiều. Dùng máy chỉnh lưu có lợi là hiệu suất cao, thời gian sử dụng lâu, tiếng ồn nhỏ, chịu nhiệt độ cao, điều chỉnh dễ dàng, có thể trực tiếp lắp cạnh bề mặt. Vì vậy nó được dùng rộng rãi và có khuynh hướng thay thế toàn bộ máy phát điện một chiều bằng máy chỉnh lưu.

Mạ điện đều dùng nguồn điện một chiều là những chỉnh lưu silic theo các cỡ thế và dòng khác nhau, về điện thế có các loại 6, 12, 18, 24V, về dòng điện có



Hình 34.28. Sơ đồ mạch điện máy chỉnh lưu

các loại 100, 320, 630, 1600, 3200, 6300, 12500, 25000A. Máy được điều chỉnh bằng tay, cho dòng và điện thế ổn định. Bảng 34.7 giới thiệu những thông số cơ bản của một số máy chỉnh lưu silic.

Cấu tạo máy chỉnh lưu gồm vỏ máy, các chi tiết chỉnh lưu, máy biến thế, thiết bị điều chỉnh điện áp và thiết bị làm giảm nhiệt độ.

Sơ đồ mạch điện máy chỉnh lưu xem hình 34.28.

Bảng 34.7. Đặc tính kỹ thuật của máy chỉnh lưu silic

Số thứ tự	Điện thế (V)	Dòng điện (A)	Kích thước (mm)	Công suất (KW)	Hệ số hữu ích (%)
CS-100-12	12/6	100	600×360×1000	1,2/0,6	78/72
CSD-320-18	18/9	320	744×496×1550	5,76/2,88	79/72
CS-630-24	24/12	630	900×400×1710	15,12/7,56	88/85
CSD-630-24	24/12	630	900×400×1710	15,12/7,56	88/85
CSD-630-12	12/6	630	744×496×1550	7,56/3,78	82/73
CS-1600-12	12/6	1600	1000×600×1600	19,2/9,60	82/70
CSD-1600-24	24/12	1600	1000×600×1600	38,4/19,2	87/82
CS-3200-12	12/6	3200	1000×600×1600	38,4/19,2	83/81
CSD-3200-24	24/12	3200	1400×800×1600	76,8/38,4	89/84
CS-6300-12	12/6	6300	1555×1038×2090	75,6/37,8	82/70
CS-12500-24	24/12	12500	2800×2575×2610	151,2/75,6	88/76
CS-25000-48	48/24	25000	4625×5100×4735	1200/600	90/86

Chú thích: CS chỉnh lưu silic

CSD chỉnh lưu silic có bộ đổi chiều dòng điện

Khi dùng máy chỉnh lưu cần chú ý mấy điểm sau:

- Không mở máy trong lúc có phụ tải.
- Không được dùng quá phụ tải, đặc biệt phải để phòng đoản mạch, dòng điện lớn, để tránh làm hỏng các chi tiết chỉnh lưu.
- Không được làm việc ở nhiệt độ vượt quá 70 – 80°C, nếu không sẽ làm hỏng các chi tiết chỉnh lưu. Khi không có thiết bị giảm nhiệt độ hoặc thiết bị giảm nhiệt độ hỏng, không được dùng máy chỉnh lưu.
- Chú ý an toàn, để phòng hồ điện, gây tai nạn.

3. Các dụng cụ đo và điều khiển

Hiện nay do sự phát triển của công nghiệp điện tử, có khả năng điều khiển tự động nguồn điện, thiết bị điều khiển đặt ở trong phòng không ẩm ướt và bụi.

Thiết bị điều khiển tự động nguồn điện có ba loại:

- Điều khiển điện áp tự động.
- Điều khiển dòng điện tự động
- Điều khiển mật độ dòng điện tự động.

Căn cứ thực tế yêu cầu sử dụng để chọn thiết bị điều khiển tự động.

Ngoài nguồn điện một chiều, kỹ thuật mạ còn sử dụng các bước sóng khác nhau. Thí dụ khi tẩy dầu, hoặc mạ đồng xianua dùng dòng điện một chiều có một thời gian ngắn biến thành anốt, để làm tăng hiệu quả tẩy dầu và cải thiện tính năng lớp mạ.

Kỹ thuật mạ còn sử dụng các dụng cụ đo sau đây:

a) Dụng cụ đo dung lượng dòng điện

(Dòng điện \times thời gian = ampe giờ), qua đó có thể tính toán được độ dày lớp mạ và bổ sung chất làm bóng.

b) Dụng cụ đo độ pH được sử dụng rộng rãi trong mạ. Để xác định độ pH trong công nghiệp dòng điện cực thủy tinh so sánh với điện cực thủy ngân, hai cực này nhúng vào dung dịch cần đo, sinh ra chênh lệch điện thế, do đó đo được độ pH.

c) Dụng cụ đo điện thế oxy hóa khử

Sự phân hủy oxy hóa của hợp chất xianua, sự khử Cr^{+6} khi xử lý nước thải, được xác định bởi điện thế oxy hóa khử.

Nhờ dụng cụ đo điện thế oxy hóa khử, mà xác định được hàm lượng các chất oxy hóa, khử cho vào để thực hiện phản ứng.

d) Dụng cụ đo độ dẫn điện

Độ dẫn điện dung dịch được xác định liên tục hoặc định kì có thể biết được nồng độ dung dịch và độ sạch của nước.

e) Bộ điều khiển nhiệt độ

Bộ điều khiển nhiệt độ được sử dụng rộng rãi là những tấm kim loại. Lợi dụng sự chênh lệch điện thế giữa những tấm kim loại khác nhau mà điều chỉnh nhiệt độ. Có nhiều tấm kim loại khác nhau, nên phạm vi sử dụng nhiệt độ và độ nhạy khác nhau. Có loại nhiệt kế thủy ngân, ở điểm khống chế nhiệt độ, đặt một tấm kim loại, khi nhiệt độ nâng cao, thủy ngân tiếp xúc với tấm kim loại, đóng mạch điện, thực hiện sự điều khiển.

PHỤ LỤC

A – AN TOÀN VÀ VỆ SINH CÔNG NGHIỆP TRONG PHÂN XƯƠNG MẠ

I – NHỮNG HÓA CHẤT ĐỘC HẠI TRONG MẠ VÀ CÁCH XỬ LÝ

Công nghệ mạ dùng một lượng lớn các loại hóa chất khác nhau. Trong đó có những loại hóa chất độc hoặc rất độc đối với sức khỏe con người. Đó là các chất axit, kiềm, dung môi hữu cơ, các kim loại nặng và muối của chúng, các chất xianua v.v. Độc nhất đối với con người là thủy ngân, chì, crôm, asen và các hợp chất của chúng, các hợp chất xianua, các dung môi hữu cơ v.v...

Nồng độ giới hạn cho phép các chất độc hại được quy định chặt chẽ trong các tiêu chuẩn nhà nước.

Mọi hóa chất sử dụng trong phân xưởng mạ phải được sắp xếp có trật tự, riêng biệt, mọi hóa chất phải có nhãn, bao bì đảm bảo chắc chắn.

1. Các chất axit HCl , H_2SO_4 , HNO_3

Axit H_2SO_4 đậm đặc rất nguy hiểm, ăn mòn rất mạnh, làm cháy da thịt, gây những vết thương khó chữa. Nếu axit H_2SO_4 rơi vào da dùng vải khô lau, rửa thật kỹ, trung hòa bằng dung dịch xà phòng Na_2CO_3 hoặc NaHCO_3 .

Axit HNO_3 đặc bốc khói mạnh, độc hại với đường hô hấp, tính chất độc hại cũng giống như H_2SO_4 , ăn da rất mạnh. Khi tẩy trong axit HNO_3 , sinh ra khí NO_2 rất độc, khí NO_2 kích thích đường hô hấp, gây viêm phế quản, viêm phổi, tê liệt thần kinh, hôn mê v.v... Vì vậy khi bị nhiễm độc phải đưa ra khỏi nơi làm việc, hít thở không khí trong lành, lúc cần thiết phải thở oxy.

2. Các chất rắn: NaOH , KOH , Ca(OH)_2

Các chất NaOH , KOH là những chất kết tinh, hút ẩm mạnh, tan trong nước, phát nhiệt mạnh. Dung dịch NaOH phá hủy giấy, gỗ, vải, phá hủy da, gây bỏng nguy hiểm.

Nếu rơi vào da thì phải rửa bằng nước, sau đó rửa bằng axit axêtic loãng 1% hoặc H_3BO_3 2%. Nếu uống nhầm NaOH phải rửa dạ dày và cho uống thuốc nôn, uống axit axêtic loãng để trung hòa, uống sữa, lòng trắng trứng.

3. Các chất xianua

NaCN , KCN , hay khí HCN là những chất cực kỳ độc hại. Liều tử vong đối với xianua là 0,2 – 0,3g, đối với HCN 0,1 mg.

Khi bị ngộ độc xianua phải đưa ngay ra nơi thoáng gió, rửa dạ dày bằng dung dịch thuốc tím 1 g/l KMnO_4 , đưa ngay đến bệnh viện.

4. Các dung môi hữu cơ như toluen, benzen, nồng độ vượt quá giới hạn cho phép gây ra các bệnh kinh niên, rối loạn hệ thống tuần hoàn và hệ thần kinh, gây tổn thương cho thận.

5. Đồng và hợp chất đồng khi nhiễm vào cơ thể gây viêm, sưng, nôn mửa kinh giật, mạch yếu v.v... Xử lý bằng nôn, uống lòng trắng trứng.

6. Kẽm và các hợp chất của kẽm gây ra vị chát, buồn nôn, bông rất dày, mạch không đều v.v...

Xử lý bằng cách gây nôn, cho uống dung dịch xoda loãng 5% hoặc sữa.

II - YÊU CẦU KHI THIẾT KẾ PHÂN XƯƠNG MẠ

Phân xương mạ có nhiều hóa chất độc hại, để đảm bảo sức khỏe, cải thiện điều kiện làm việc, khống chế nồng độ không khí của các loại hóa chất trong phạm vi quy định.

Xây dựng bố trí mặt bằng phân xưởng ngoài việc nghiên cứu các quy trình công nghệ thuận lợi nhất, còn phải nghiên cứu đến tính chất độc hại của các bể mạ, các bể tẩy axit, các bể xianua v.v... Cho nên phân xưởng mạ thường chia làm nhiều gian khác nhau: gian tẩy axit, gian mạ niken, gian mạ hợp kim, gian mạ crôm, gian mài đánh bóng, gian oxy hóa v.v...

Máy mài đánh bóng phải có chụp hút nối với hệ thống quạt hút để hút được các hạt bụi kim loại. Cần có cửa thuận lợi để định kỳ làm sạch lòng ống dẫn khí.

Các bể mạ độc hại, các bể tẩy có hơi axit, xianua v.v... phải có hệ thống hút độc tốt, bảo đảm kỹ thuật. Hệ thống hút độc axit và xianua không được chung với nhau để tránh gây ra khí HCN rất độc.

Nhà cửa phải đảm bảo thoáng mát, có nhiều cửa sổ sạch sẽ, cao ráo. Nếu như xây bằng gạch chịu axit và vừa chịu axit, nền nghiêng về bốn phía để thoát nước tốt. Tường nhà cũng cần ốp bằng gạch chịu axit cao từ 2,8 - 3,2 m kể từ mặt sàn.

Mương thoát nước đào thành hai hệ: Một hệ dẫn axit, một hệ dẫn xianua. Nếu có điều kiện toàn bộ tường trần nhà sơn lớp sơn chịu axit.

III - AN TOÀN KHI LÀM VIỆC

1. Trước khi làm việc 10 - 15 phút phải cho quạt hút làm việc, để hút các hơi độc. Kiểm tra các hệ thống máy móc, dây dẫn điện v.v... để đảm bảo an toàn về điện. Các thiết bị điện phải được tiếp đất tốt.

2. Khi làm việc phải có đầy đủ trang bị bảo hộ: quần áo lao động, khẩu trang, găng tay cao su, ủng cao su, v.v... Khi pha chế các dung dịch axit, kiềm, xianua phải đeo kính bảo hộ hay mặt nạ phòng độc.

3. Khi pha chế axit phải tiến hành ở chỗ có quạt hút hay chỗ thoáng gió và rót từ từ a xít vào nước không được làm ngược lại để gây tai nạn. Khi pha xianua phải làm ở chỗ có quạt hút.

4. Không được ăn uống, hút thuốc ở nơi làm việc.

5. Thùng đựng xianua phải có nắp đậy kín, bể chứa dung dịch xianua phải có quạt hút độc.

6. Khi làm việc với xianua không được để rơi vãi xianua ra ngoài, không được nhúng tay vào xianua, không được đổ axit ra đường ống thoát xianua để tránh sinh ra khí độc, sau khi làm việc với xianua phải thay quần áo làm việc, rửa tay bằng xà phòng thật sạch, tốt nhất rửa trong dung dịch FeSO_4 để khử độc.

7. Đối với những chất dễ cháy xăng, dầu mỡ v.v. phải tránh lửa, không vứt tàn thuốc, diêm còn than hồng vào những chất trên.

8. Vật mạ rơi xuống đáy bể dùng nam châm để vớt ra, vật bằng đồng, đồng kẽm dùng vợt sắt cán dài để mò vớt, không được dùng tay mò vớt.

9. Các cầu cực ở các bể mạ và các máng hút phải thường xuyên làm vệ sinh để đảm bảo sạch sẽ bể mạ và hút độc tốt.

IV – VỆ SINH MÔI TRƯỜNG

1. Xử lý nước thải

Quá trình mạ sẽ làm thải ra các chất, gây ô nhiễm môi trường: đất, nước và không khí. Nếu nước không qua xử lý, nó gây tác hại lớn đối với môi trường xung quanh như nước ăn hàng ngày, cây cối và các động vật sống trong nước. Để đảm bảo đời sống và sinh hoạt hàng ngày cần phải xử lý nước thải trong phân xưởng mạ. Căn cứ vào thành phần và nồng độ các chất độc hại trong nước thải mà có các cách xử lý khác nhau.

– Thu hồi nước thải vào những bể chứa lớn, sau đó trung hòa, xử lý tiêu độc, rồi mới thải vào hệ thống thoát nước tự nhiên.

– Tiêu độc tuần hoàn dùng hệ thống thiết bị, bổ sung hóa chất liên tục và kiểm tra thường xuyên.

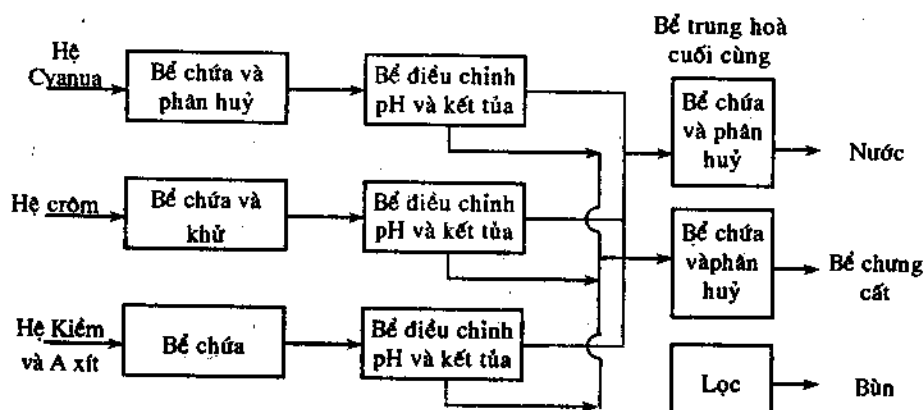
– Tiêu độc bằng các chất trao đổi ion. Phương pháp này ít sử dụng vì giá đắt.

Nước thải trong phân xưởng mạ gồm rất nhiều loại nước: nước thải có xianua, nước thải crôm, nước thải có loại kim loại nặng v.v... Vì vậy phải tiến hành phân loại, nếu để lẫn sẽ xử lý không hoàn toàn, đồng thời gây độc hại vì sinh ra các phản ứng khác. Thí dụ: nước thải axit có lẫn nước thải xianua sẽ sinh ra HCN rất độc và một số các chất phức khác có xianua rất khó xử lý. Do đó muốn xử lý nước thải phải phân ra nhiều hệ: hệ nước thải crôm, hệ nước thải xianua, hệ nước thải kim loại nặng v.v... Để xử lý nước thải phải có thiết

bị và hóa chất. Có nhiều phương pháp xử lý: phân kỳ, liên tục, tự động v.v... Nội dung phương pháp phân kỳ: trong thời gian nào đó nước chảy vào các bể chứa, dùng thao tác tự động hoặc bằng tay bổ sung các hóa chất để xử lý. Sau đó đưa sang bể khác, điều chỉnh pH, kết tủa dung dịch, sau một thời gian nước thải chảy ra. Nội dung phương pháp liên tục: nước thải liên tục được đưa vào các bể, qua các bể này, nước được liên tục xử lý làm sạch, sau đó bơm ra ngoài. Phương pháp phân kỳ tự động: nước thải trong bể chứa đạt đến mức quy định, đưa đến bể phản ứng, khi phản ứng kết thúc, chảy ra phần trên của thùng. Sau khi kiểm tra pH, kiểm tra hàm lượng xianua, và Cr^{+6} , ngừng bơm, cho thêm các chất hóa học để tiến hành phản ứng, đến khi đạt yêu cầu. Phương pháp xử lý nước thải kiểu phân kỳ xem sơ đồ dưới đây:

Phương pháp xử lý một số các chất độc thường gặp

Loại nước thải	Môi trường xuất hiện nước thải	Phương pháp xử lý
Nước thải xianua	Dung dịch mạ đồng mạ kẽm, mạ hợp kim, mạ bạc v.v...	<ul style="list-style-type: none"> Oxy hóa xianua bằng NaClO hoặc $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ (cứ 1 kg NaCN cần 7,15 kg NaClO) Trung hòa pH = 8 - 8,5 Kim loại oxy hóa xuất hiện kết tủa
Nước thải có axit Cromic	Dung dịch mạ crôm. Dung dịch thụ động, dung dịch đánh bóng điện hóa	<ul style="list-style-type: none"> Oxy hóa Cr^{+6} thành Cr^{+3} bằng SO_2, hoặc NaHSO_3 hoặc Na_2SO_3 hoặc FeSO_4 trong môi trường axit. Trung hòa ở pH = 8 - 8,5 kim loại oxy hóa xuất hiện kết tủa
Nước thải axit hay kiềm có thành phần kim loại nặng	Các loại dung dịch mạ axit như niken, đồng, kẽm, chì v.v.	<ul style="list-style-type: none"> Trung hòa ở pH = 8 - 8,5. Kim loại bị oxy hóa xuất hiện kết tủa, tăng pH để kết tủa dưới dạng hydroxyt từ 2 - 4 giờ
Nước thải axit hay kiềm không có kim loại nặng	Dung dịch tẩy dầu hóa học, tẩy dầu điện ly, các dung dịch tẩy nhẹ, tẩy gỉ, oxy hóa nhôm	Trung hòa pH = 6,5 - 8,5



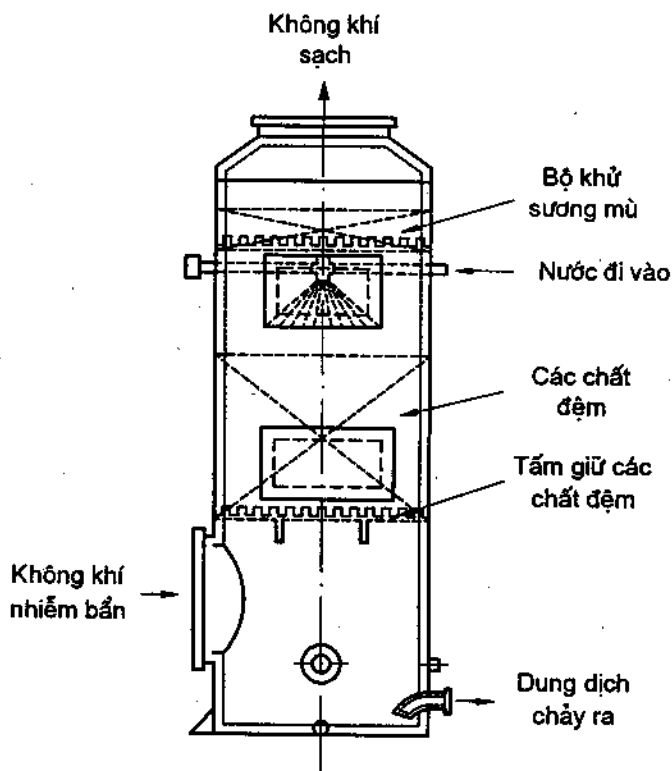
2. Thiết bị làm sạch không khí

Khi mà thường thải ra không khí những chất độc hại như bụi, hơi khí axit, kiềm v.v... làm ảnh hưởng đến môi trường không khí xung quanh. Có nhiều phương pháp để xử lý khí thải như phương pháp thu hồi phương pháp hấp phụ. Phương pháp thu hồi có thể xử lý được khí thải của những dung dịch axit, dung dịch kiềm, dung dịch xianua, đồng thời xử lý cả bụi bẩn.

Thiết bị thu hồi là tháp hấp thụ, trong tháp cho các loại chất đệm, không khí đi từ dưới lên, dung dịch hấp phụ chảy từ trên xuống, màng chất lỏng, phân bố đều, trên chất đệm, khí thải tiếp xúc với màng chất lỏng này, khử đi những chất độc hại. Những chất đệm thường dùng có diện tích tiếp xúc lớn, áp lực tổn thất nhỏ.

Tốc độ không khí trong tháp là 1 – 1,5 m/giây, sau khi làm sạch, trong khí thải ít nhiều còn có khí, sương mù độc hại, vì vậy trên tháp còn đặt thiết kế bộ phận khử sương mù.

Thiết bị làm sạch không khí xem hình vẽ dưới đây:



B - MỘT SỐ BẢNG THƯỜNG DÙNG

Bảng 1. Anốt thường dùng trong mạ

Tên	Thành phần	Nhãn hiệu
Kẽm	Hàm lượng kẽm 99,8% chì, cacđimi không nhiều hơn 0,03%, sắt không nhiều hơn 0,07%, thiếc đồng không nhiều hơn 0,002%	U ₁ U ₂ (Nga) Zn ₁ , Zn ₂ (Trung Quốc)
Đồng	Hàm lượng đồng không nhỏ hơn 99,7%. Bạc, chì, thiếc, không nhiều hơn 0,02%	M ₁ (Nga) T ₂ T ₃ (Trung Quốc)
Niken	Hàm lượng niken không nhỏ hơn 99,5%, sắt không nhiều hơn 0,25%, cacbon, lưu huỳnh không nhiều hơn 0,02%, đồng không nhiều hơn 0,1%.	HA ₁₁ , HA ₂ (Nga) NY ₁ , NY ₂ , NY ₃ (Trung Quốc)
Chì	Hàm lượng Sb: 4 - 6% còn lại là chì	CCY ₁ (Nga)
Thiếc	Hàm lượng thiếc 99,9%, lưu huỳnh, asen không nhiều hơn 0,015%, đồng, bismut không nhiều hơn 0,019%	O ₁ (Nga) Sn01 (Trung Quốc)
Bạc	Hàm lượng bạc không nhỏ hơn 99,9%. Đồng không nhiều hơn 0,05%	Cp 999,9 (Nga) Ag01, Ag-02 (Trung Quốc)
Vàng	Hàm lượng vàng 99,99%	

Bảng 2. Quan hệ giữa độ Bome và tỷ trọng của chất lỏng nặng hơn nước

Độ Bome	Tỷ trọng	Độ Bome	Tỷ trọng	Độ Bome	Tỷ trọng	Độ Bome	Tỷ trọng
0	1,000	18	1,142	36	1,332	54	1,597
1	1,007	19	1,152	37	1,345	55	1,615
2	1,014	20	1,162	38	1,357	56	1,635
3	1,022	21	1,171	39	1,370	57	1,650
4	1,029	22	1,180	40	1,383	58	1,671
5	1,039	23	1,190	41	1,397	59	1,690
6	1,045	24	1,200	42	1,410	60	1,710
7	1,052	25	1,210	43	1,424	61	1,731
8	1,060	26	1,220	44	1,438	62	1,753
9	1,067	27	1,231	45	1,453	63	1,775
10	1,075	28	1,241	46	1,468	64	1,795
11	1,083	29	1,251	47	1,483	65	1,820
12	1,093	30	1,263	48	1,498	66	1,842

Độ Bome	Tỷ trọng	Độ Bome	Tỷ trọng	Độ Bome	Tỷ trọng	Độ Bome	Tỷ trọng
13	1,100	31	1,274	49	1,515	67	1,865
14	1,108	32	1,285	50	1,530	68	1,891
15	1,116	33	1,297	51	1,546	69	1,916
16	1,125	34	1,308	52	1,563		
17	1,134	35	1,320	53	1,580		

Bảng 3. Những hóa chất thường dùng trong mạ

Tên hóa chất	Công thức	Phần tử lượng	Tỷ trọng	Quy cách	Đặc điểm	Công dụng
Axit sunfuric	H_2SO_4	98,08	1,83-1,84	công nghiệp	Chất lỏng không màu	Tẩy gỉ và mạ
Axit Nitric	HNO_3	63,02	1,40-1,53	công nghiệp	Chất lỏng màu vàng	Tẩy gỉ và tẩy bóng
Axit Clohidric	HCl	36,46	0,14-1,19	công nghiệp	Chất lỏng màu vàng	Tẩy gỉ
Axit flohidric	HF	20	1,157	công nghiệp	Chất lỏng không màu	Tẩy gỉ
Axit axêtic	CH_3COOH		1,062	công nghiệp	Chất lỏng không màu	Mạ thiếc nhuộm màu
Axit oxalic	$H_2C_2O_7$			công nghiệp	Tinh thể màu trắng	Oxi hóa nhôm
Axit Boric	H_3BO_3	62	1,435	công nghiệp	Bột màu trắng	Mạ niken
Crôm oxyt	CrO_3	100	2,7	công nghiệp	Kết tinh màu nâu tím	Mạ crôm thụ động hóa mạ kẽm
Natri hidroxit	$NaOH$	40,01	2,13	công nghiệp	Màu trắng	Tẩy dầu nhuộm đen
Natri cacbonat	Na_2CO_3	106	2,5	công nghiệp	Màu trắng	Tẩy dầu hóa học và điện hóa
Natri photphat	$Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$	380,23	1,62	công nghiệp	Màu trắng hơi vàng	Tẩy dầu
Natri Nitrat	$NaNO_3$	85,01	2,26	công nghiệp	Không màu	Nhuộm đen
Natri Nitrit	$NaNO_2$	69,0	2,17	công nghiệp	Màu trắng hơi vàng	Nhuộm đen

Tên hóa chất	Công thức	Phân tử lượng	Tỷ trọng	Quy cách	Đặc điểm	Công dụng
Natri sunfat	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	322,0	1,46	công nghiệp	Kết tinh không màu	Nâng cao độ dẫn điện
Natri stanat	$\text{Na}_2\text{SnO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$				Màu trắng	Mạ thiếc mạ hợp kim Cu - Sn
Natri bicromat	$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	298,05	2,52	công nghiệp	Màu vàng đỏ	Thụ động mạ kẽm
Kalinatri tatrat	$\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	282,17	1,4	công nghiệp	Màu trắng	Mạ đồng xianua
Natri xianua	NaCN	49		công nghiệp	Bột hoặc viên màu trắng	Dung dịch mạ
Natri Clorua	NaCl	58,5	2,1	công nghiệp	Màu trắng	Mạ niken mạ bạc
Kali xianua	KCN	65,1	1,52	công nghiệp	Bột hoặc viên màu trắng	Mạ bạc mạ vàng
Kalisunfo xianua	KCNS	97,19		công nghiệp	Màu trắng	Mạ niken đen mạ bạc
Kali bicromat	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	294,22	2,67	công nghiệp	Màu đỏ	Lắp lỗ oxy hóa nhôm
Amon Clorua	NH_4Cl	53,5	1,53	công nghiệp	Màu trắng	Mạ kẽm
Amon sunfat	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	132,15	1,77	công nghiệp	Màu trắng	Nâng cao độ dẫn điện
Kẽm oxyt	ZnO	71,4	5,62	công nghiệp	Màu trắng	Mạ kẽm
Kẽm Nitrat	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	297,4	2,06	công nghiệp	Màu trắng	Phốtphat hóa
Đồng xianua	CuCN	89,58	2,9	công nghiệp	Màu vàng tối	Mạ đồng, hợp kim Cu-Sn
Bạc Nitrat	AgNO_3	169,89	4,35	Tinh khiết	Màu trắng	Mạ bạc
Niken	$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	238	3,5	công nghiệp	Màu xanh lục	Mạ niken
Niken Sunfat	$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	280,86	2	công nghiệp	Màu vàng lục	Mạ niken
Bari-cacbonat	BaCO_3	197,47	4,275	công nghiệp	Màu trắng	Khử gốc sunfat

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. XỬ LÝ BỀ MẶT
NXB Công nghiệp Quốc phòng, tập một, 1973.
2. XỬ LÝ BỀ MẶT
NXB Công nghiệp Quốc phòng, tập hai, 1973.
3. SỔ TAY MẠ ĐIỆN
NXB Công nghiệp Quốc phòng, tập một, 1977.
4. MẠ ĐIỆN BẢO VỆ TRANG TRÍ
Phòng biên dịch KHKT Thành phố Thượng Hải.
5. MẠ ĐIỆN KIM LOẠI QUÝ VÀ KIM LOẠI HIẾM
Phòng biên dịch KHKT Thành phố Thượng Hải.
6. CÔNG NGHỆ MẠ CRÔM CHO LINH KIỆN MÁY MÓC CỦA TÀU THUYỀN
NXB Giao thông nhân dân Trung Quốc.
7. SỔ TAY CÔNG NGHỆ MẠ ĐIỆN
NXB Công nghiệp cơ khí. Số 63, đoạn 2, đường Lâm Sâm, thành phố Đài Nam, 1990.
8. LÝ THUYẾT VÀ THỰC TẾ MẠ ĐIỆN
NXB Công nghiệp cơ khí. Số 63, đoạn 2, đường Lâm Sâm, thành phố Đài Nam, 1990.

MỤC LỤC

Lời nói đầu

Trang
3

Phần thứ nhất : NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Chương 1. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ HÓA HỌC VÀ ĐIỆN HÓA	5
Chương 2. CƠ CHẾ TẠO THÀNH LỚP MẠ VÀ KHẢ NĂNG PHÂN BỐ CỦA LỚP MẠ	22

Phần thứ hai : GIA CÔNG BỀ MẶT

Chương 3. MÀI BÓNG VÀ ĐÁNH BÓNG	31
Chương 4. ĐÁNH BÓNG HÀNG LOẠT	38
Chương 5. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CƠ KHÍ KHÁC	47
Chương 6. TẨY DẦU	51
Chương 7. TẨY GI	58
Chương 8. ĐÁNH BÓNG ĐIỆN HÓA VÀ ĐÁNH BÓNG HÓA HỌC	66
Chương 9. XỬ LÝ BỀ MẶT NHỮNG KIM LOẠI KHÁC NHAU	76
Chương 10. GIÁ TREO GIA CÔNG BỀ MẶT	92

Phần thứ ba : MẠ ĐƠN KIM LOẠI

Chương 11. MẠ KẼM	99
Chương 12. MẠ ĐỒNG	117
Chương 13. MẠ KẼN	130
Chương 14. MẠ CRÔM BẢO VỆ TRANG SỨC	142
Chương 15. MẠ CRÔM CỨNG	155
Chương 16. MẠ SẮT	164
Chương 17. MẠ BẠC	172
Chương 18. MẠ VÀNG	184

Phần thứ tư : MẠ HỢP KIM (Phần nghiên cứu thêm)

Chương 19. MẠ GIÁ VÀNG	191
Chương 20. MẠ HỢP KIM KẼM	197

Phần thứ năm : OXY HÓA, PHỐT PHAT HÓA VÀ NHUỘM MÀU KIM LOẠI (Phần nghiên cứu thêm)

Chương 21. OXY HÓA NHÔM VÀ HỢP KIM NHÔM	201
Chương 22. PHỐT PHAT HÓA SẮT THÉP	220
Chương 23. OXY HÓA SẮT THÉP	229
Chương 24. OXY HÓA VÀ THỤ ĐỘNG HÓA ĐỒNG VÀ HỢP KIM ĐỒNG	233

Phần thứ sáu : MẠ ĐẶC BIỆT

<i>Chương 25.</i> MẠ NHÚNG NÓNG CHẢY	240
<i>Chương 26.</i> SƠN ĐIỆN DI	247
<i>Chương 27.</i> MẠ PHỨC HỢP	252
<i>Chương 28.</i> MẠ TRÊN HỢP KIM KẼM ĐÚC	260
<i>Chương 29.</i> MẠ HÓA HỌC	266
<i>Chương 30.</i> MẠ TRÊN PHI KIM LOẠI	281
<i>Chương 31.</i> NƯỚC RỬA VÀ SẢN XUẤT SẠCH HƠN	301

Phần thứ bảy : KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG LỚP MẠ, TÍNH NĂNG DUNG DỊCH MẠ VÀ THIẾT BỊ PHÂN XỬNG MẠ

<i>Chương 32.</i> KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG LỚP MẠ	309
<i>Chương 33.</i> KIỂM TRA TÍNH NĂNG DUNG DỊCH MẠ	321
<i>Chương 34.</i> THIẾT BỊ PHÂN XỬNG MẠ	328

PHỤ LỤC

A – An toàn và vệ sinh công nghiệp trong phân xưởng mạ	353
I – Những hóa chất độc hại trong mạ và cách xử lý	353
II – Yêu cầu khi thiết kế phân xưởng mạ	354
III – An toàn khi làm việc	354
IV – Vệ sinh môi trường	355
B – Một số bảng thường dùng	358
Bảng 1. Anốt dùng trong mạ	358
Bảng 2. Quan hệ giữa độ Bome và tỷ trọng của chất lỏng nặng hơn nước	358
Bảng 3. Những hóa chất thường dùng trong mạ	359
Tài liệu tham khảo	361
Mục lục	362

Chịu trách nhiệm xuất bản :

Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập VŨ DƯƠNG THỤY

Biên tập nội dung :

HOÀNG TRỌNG NGHĨA

Trình bày bìa :

BÙI QUANG TUẤN

Sửa bản in :

TUẤN HIỆP

Chế bản :

THU HIỀN

CÔNG NGHỆ MẠ ĐIỆN

Mã số : 7B621M5 - DAI

In 1000 bản, khổ 16 x 24 cm, tại công ty cổ phần in Phúc Yên.

Giấy phép xuất bản số : 438/22 - 05 CXB.

In xong và nộp lưu chiểu Quý IV năm 2005.



**CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ĐẠI HỌC - DẠY NGHỀ
HEVO BCO**
25 HÀN THUYỀN - HÀ NỘI

TÌM ĐỌC SÁCH THAM KHẢO KỸ THUẬT CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

- | | | |
|----|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1 | Dầu ngập nước | GS. TS. Lê Văn Khoa |
| 2 | Động vật học có xương sống | GS. TS. Lê Vũ Khôi |
| 3 | Sinh thái học côn trùng | PGS. TS. Phạm Bình Quyền |
| 5 | Cơ sở hoá sinh | PGS. TS. Trịnh Lê Hùng |
| 6 | Tài nguyên nước Việt Nam | Nguyễn Thanh Sơn |
| 7 | Virut học | PGS. TS. Phạm Văn Ty |
| 8 | Vật lý kỹ thuật | Dặng Hùng |
| 9 | Vật lý siêu dẫn và ứng dụng | TS. Nguyễn Huy Sinh |
| 10 | Dụng cụ bán dẫn và vi mạch | Lê Xuân Thê |
| 11 | Mạng máy tính | Ngọc Văn An |
| 12 | Vô tuyến điện tử | Ngọc Văn An |
| 13 | Giáo trình cơ học | Bạch Thành Công |
| 13 | Kinh tế môi trường | PGS. TS. Hoàng Xuân Cơ |
| 14 | Tiếng Anh cơ bản cho sinh viên
khoa học tự nhiên | Trần Thị Nga |
| 15 | Bộ sách về công nghệ sinh học | |
| | <i>Tập một</i> : Sinh học phân tử - Cơ sở
khoa học của công nghệ sinh học | PGS. TS. Nguyễn Như Hiến |
| | <i>Tập hai</i> : Công nghệ sinh học tế bào | GS. TS. Vũ Văn Vũ |
| | <i>Tập ba</i> : Công nghệ sinh học enzym
và protein (XB - 2006) | PGS. TS. Nguyễn Mộng Hùng |
| | <i>Tập bốn</i> : Công nghệ sinh học di
truyền (XB - 2006) | TS. Phan Tuấn Nghĩa |
| | <i>Tập năm</i> : Công nghệ sinh học vi sinh
và công nghệ môi trường (XB - 2006) | GS. TS. Lê Đình Lương |
| | | PGS. TS. Phạm Văn Ty |

Bạn đọc có thể mua tại các Công ty Sách - Thiết bị trường học ở địa phương
hoặc các Cửa hàng của Nhà xuất bản Giáo dục :

* 25 Hàn Thuyên, 187 Giảng Võ, 23 Tràng Tiền - Hà Nội.

* 15 Nguyễn Chí Thanh - TP Đà Nẵng

* 104 Mai Thị Lựu - Quận 1 - TP. Hồ Chí Minh.



8 934980 543429
7B621M5



Giá: 36.500đ