



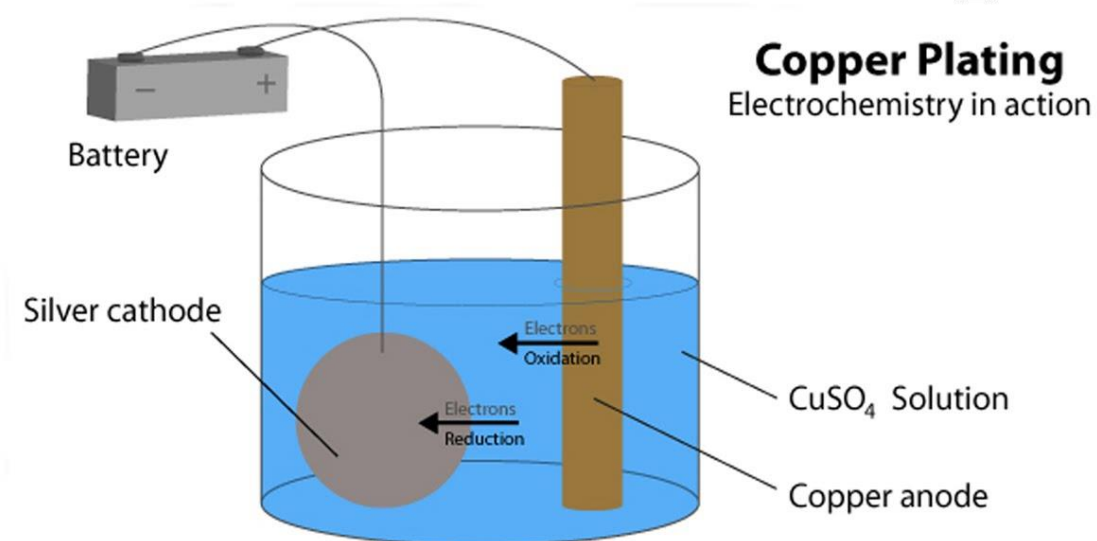
CÔNG NGHỆ MẠ ĐIỆN

**KHOA CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ
TRƯỜNG CDKT LÝ TỰ TRỌNG TP. HCM
(LƯU HÀNH NỘI BỘ)**

1. CẤU TẠO VÀ PHÂN LOẠI LỚP MẠ

1.1. Giới thiệu về công nghệ mạ điện

Electroplating



Hình 1.1. Sơ đồ nguyên lý mạ điện

Mạ kim loại ra đời và phát triển hàng trăm năm nay. Ngày nay kỹ thuật mạ kim loại đã trở thành một ngành kỹ thuật phát triển mạnh mẽ ở hầu hết các nước trên thế giới, phục vụ một cách đắc lực cho mọi ngành khoa học kỹ thuật, sản xuất và đời sống văn minh của con người.

Lớp mạ kim loại trên bề mặt các chi tiết máy, dụng cụ sinh hoạt, phương tiện sản xuất, giao thông vận tải, khai thác mỏ địa chất, thông tin liên lạc, kỹ thuật điện, điện tử, cơ khí chính xác, thiết bị y tế, dụng cụ phòng thí nghiệm, trang trí, bao bì, v.v...

Mạ kim loại không chỉ nhằm mục đích bảo vệ kim loại nên khỏi bị ăn mòn mà còn có tác dụng trang trí, làm tăng vẻ đẹp, sức hấp dẫn cho mọi dụng cụ máy móc và đồ dùng trang sức cá nhân. Lớp mạ đạt các yêu cầu trên là lớp mạ bảo vệ - trang trí.

Ngày nay kỹ thuật mạ kim loại có khả năng tạo được lớp mạ có cấu trúc đặc biệt, có độ dày và độ cứng rất cao trên búa máy, chày máy, mũi khoan, dao kéo sắc bén đặc biệt (lớp mạ CEP). Có những lớp mạ cứng, chịu ma sát, chịu được những áp lực lớn ngay ở nhiệt độ rất cao như xécmăng, xy lanh, quả nén bơm cao áp của động cơ đốt trong (lớp mạ crôm xốp kỹ thuật), v.v...

Nhờ tạo được lớp mạ crôm cứng, bóng như gương, bám tốt, bền lâu ở nhiệt độ cao trên các loại khuôn nhựa, thủy tinh nên đã nâng cao được chất lượng và hình thức các sản phẩm bằng nhựa, thủy tinh.

Kỹ thuật mạ còn giúp phục hồi các chi tiết máy móc quý giá bị mài mòn, mạ các mạch in trong kỹ thuật điện tử. vì điện tử, tạo lớp mạ làm tăng độ dẫn điện bề mặt các tiếp điểm điện, dây dẫn, mạ các bản kim loại hai hay ba lớp để phục vụ cho kỹ thuật in ôpsét, cũng như kỹ thuật mạ đúc điện. Ngoài ra lớp mạ còn có tác dụng trang trí - bảo vệ các tác phẩm nghệ thuật, bảo tồn cho các thể hệ mai sau.

Kỹ thuật mạ kim loại ngày nay đã có những bước tiến nhảy vọt, thỏa mãn được nhiều yêu cầu kỹ thuật quan trọng trong sản xuất và đời sống. Các nhà khoa học không thỏa mãn với các thành tựu đã đạt được, họ luôn luôn tập trung mọi nỗ lực nhằm tìm ra những chất phụ gia mới, phát minh những chất điện giải mới, phương pháp điện phân mới với mục đích nâng cao không ngừng chất lượng lớp mạ không chỉ trên bề mặt kim loại mà ngay trên bề mặt chất dẻo hay các phi kim loại không dẫn điện khác. Mọi nỗ lực đều nhằm tạo ra những lớp mạ có cấu trúc tinh thể mịn, dẻo nhưng rất cứng, độ bám tốt, không xốp, không bong tróc ngay trong những điều kiện thay đổi nhiệt độ đột ngột hay va chạm mạnh cũng như bên trong môi trường sử dụng.

Lớp mạ cần có độ dày đồng đều ngay trên bề mặt phức tạp. Mặt khác lớp mạ phải có độ bóng sáng tối đa, màu sắc hấp dẫn, giữ được vẻ đẹp lâu dài ngay trong những điều kiện nhiệt độ, áp suất, môi trường ăn mòn khác thường.

Kỹ thuật mạ đòi hỏi phải không ngừng nghiên cứu, cải tiến các thiết bị, máy móc chuyên dùng, thiết kế các dây chuyền sản xuất đồng bộ, tự động hóa với độ tin cậy cao. Điều này sẽ giúp nâng cao chất lượng lớp mạ một cách vững chắc, hạ giá thành sản phẩm, chống ô nhiễm môi trường.

Ở nước ta có nhiều cơ sở áp dụng kỹ thuật mạ kim loại đã và đang đóng góp đáng kể vào việc bảo vệ, trang trí các chi tiết máy khỏi bị môi trường ăn mòn nhiệt đới (nóng ẩm) phá hủy. Nhiều cơ sở có khả năng tạo được lớp mạ có chất lượng tốt, bước đầu đáp ứng một phần nào nhu cầu kỹ thuật sản xuất trong nước. Song so với yêu cầu phát triển công nghiệp hiện nay, so với trình độ kỹ thuật mạ ở các nước phát triển chúng ta còn ở tình trạng non kém, lao động có tính chất thủ công, máy móc dụng cụ cũ kỹ, lạc hậu, không đồng bộ, hóa chất, vật liệu, máy móc chuyên dùng chưa được tập trung nghiên

cứu, sản xuất và chuẩn hóa ... Đặc biệt chúng ta chậm hình thành những trung tâm nghiên cứu kỹ thuật mạ làm đòn bẩy thúc đẩy sự phát triển ngành kỹ thuật quan trọng này.

1.2. Cấu tạo lớp mạ điện

Lớp mạ điện có cấu tạo tinh thể. Kích thước, hình dáng hạt tinh thể phụ thuộc nhiều vào thành phần và điều kiện điện phân.

Sự kết tủa kim loại bao gồm hai quá trình diễn ra đồng thời :

- Sự tạo mầm tinh thể.
- Sự tăng trưởng mầm tinh thể.

Tùy thuộc vào tốc độ mỗi quá trình mà ta thu được lớp mạ có cấu tạo khác nhau. Nếu giai đoạn đầu điện phân có một số lượng lớn mầm tinh thể được tạo ra và tốc độ lớn lên đủ chậm thì lớp mạ có cấu tạo tinh thể mịn hạt. Ngược lại, trong giai đoạn đầu điện phân số lượng mầm tinh thể tạo ra không lớn lắm, nhưng tốc độ tăng trưởng kích thước lại lớn, lớp mạ có cấu tạo tinh thể thô.

Căn cứ vào kích thước các hạt tinh thể người ta chia cấu tạo kim loại của lớp mạ thành các loại sau :

- Kim loại có cấu tạo hạt tinh thể từ số 0 đến số 4 (bán kính hạt tinh thể từ 250 - 80p,m) thuộc loại tinh thể thô.
- Kim loại có cấu tạo hạt tinh thể từ số 5 đến số 8 (bán kính hạt từ 60 - 15,5 μ m) thuộc loại tinh thể mịn hạt.
- Kim loại có cấu tạo hạt tinh thể từ số 8 đến 12 (tức bán kính hạt nhỏ hơn 15 μ m) thuộc loại tinh thể rất mịn hạt.

Trong kim loại học, người ta chia hạt tinh thể làm 13 loại kể từ số 0 đến số 12, thường được gọi là thang 12:

Số hạt	1	2	3	4	5	6	7	8
Bán kính hạt μ m	250	170	110	80	60	40	25	15,5

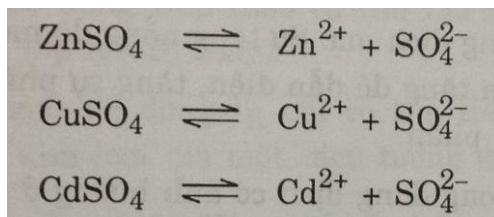
** Những yếu tố ảnh hưởng lên cấu tạo lớp mạ điện :*

Yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng lên cấu tạo tinh thể lớp mạ điện là loại dung dịch chất điện ly.

Lớp mạ kẽm, đồng, cadimi thu được từ dung dịch muối đơn (ví dụ từ dung dịch muối Sulfat) có cấu tạo tinh thể thô.

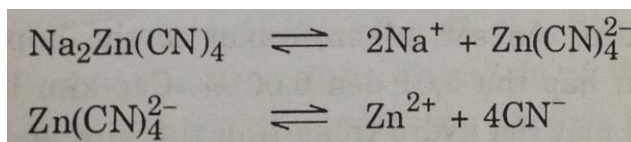
Cũng chính các lớp mạ điện của các kim loại này nhưng thu được từ dung dịch muối phức (ví dụ phức xyanua $\text{Zn}(\text{CN})_4^{2-}$, $\text{Cu}(\text{CN})_2^-$, $\text{Cd}(\text{CN})_2^-$ thì rất mịn hạt.

Trong trường hợp muối đơn, sự phân ly trong dung dịch hoàn toàn cho ion đơn giản :



nồng độ ion kim loại là lớn, lớp mạ có cấu tạo tinh thể thô.

Trong trường hợp muối phức, sự phân ly diễn ra theo hai giai đoạn :



Sự phân ly của ion phức diễn ra rất yếu, nồng độ ion kim loại rất nhỏ, phức càng bền sự phân ly càng yếu, nồng độ ion kim loại càng nhỏ. Trong các điều kiện đó tốc độ kết tủa kim loại không lớn, lớp mạ có cấu tạo tinh thể mịn hạt. Độ lớn hạt tinh thể thường rất bé, khoảng từ 10^{-4} đến 10^{-6} mm, tức từ 0,1 đến 0,001µm, không thể quan sát chúng bằng kính hiển vi.

Nồng độ ion kim loại của muối phức càng nhỏ bao nhiêu, lớp mạ có cấu tạo tinh thể càng mịn hạt bấy nhiêu.

Sự giảm nồng độ ion kim loại ở khoảng không gian quanh catôt khi điện phân làm tăng sự phân cực catôt.

Tuy nhiên, sự giảm quá mức nồng độ ion kim loại sẽ trở nên không có ý nghĩa, bởi vì ở không gian quanh catôt nồng độ ion kim loại giảm quá nhanh, lớp mạ có thể không được tạo thành hoặc tạo thành không liên tục. Bởi vậy trong thực tế, để thu được lớp mạ có cấu tạo tinh thể mịn hạt người ta sử dụng dung dịch có nồng độ muối kim loại đủ lớn, còn nồng độ ion kim loại của chúng thì nhỏ. Các dung dịch muối phức thỏa mãn được điều kiện này.

Đối với các dung dịch muối đơn, để làm giảm nồng độ ion kim loại trong dung dịch, người ta thường bổ sung vào dung dịch các muối kim loại kiềm hoặc muối amoni có cùng anion với muối kim loại mạ. Trong các dung dịch mạ kẽm, niken, v.v... ta có thể dùng muối Sulfat natri để bổ sung vào dung dịch mạ. Sự tăng nồng độ muối natri Sulfat trong dung dịch còn làm tăng độ dẫn điện, tăng sự phân bố kim loại, giảm thể tích điện phân.

Nồng độ ion H^+ trong dung dịch có ảnh hưởng ở mức độ nào đó đến cấu tạo lớp mạ điện, đặc biệt đối với các lớp mạ sắt, niken, coban, crom. Khi hydro thoát ra trên catốt cùng với kim loại mạ có khả năng thâm sâu vào lớp mạ và cả kim loại nền. Những kim loại khác nhau hấp thụ khí hydro với mức độ khác nhau. Ví dụ, crom có thể hấp thụ đến 0,45% hydro, còn sắt, niken, coban có thể hấp thụ đến 0,1% hydro. Kẽm thì hấp thụ 0,01 đến 0,001%. Các kim loại khác còn ít hơn nữa. Sự có mặt của hydro trong tinh thể kim loại mạ gây ra sức căng nội, thường thể hiện ở chỗ làm lớp mạ dễ bong, tróc khỏi kim loại nền, tạo các khe nứt, làm giòn lớp mạ, giòn kim loại chi tiết. Để cải thiện chất lượng và hình thức lớp mạ điện, người ta cần bổ sung vào dung dịch các chất phụ gia.

1.3. Phân loại lớp mạ điện

1.3.1. Mục đích sử dụng lớp mạ điện

Lớp mạ có nhiệm vụ bảo vệ kim loại nền khỏi bị ăn mòn hóa học hay điện hóa trong môi trường sử dụng. Đối với nhiều chi tiết máy không cần chế tạo bằng các kim loại hay hợp kim đắt tiền mà thay vào đó người ta chế tạo bằng các kim loại, hợp kim hoặc chất dẻo rẻ tiền rồi mạ trên các chi tiết này lớp mạ kim loại hoặc lớp mạ hợp kim bền hơn với môi trường ăn mòn, có tác dụng bảo vệ một cách hiệu quả các chi tiết khỏi bị ăn mòn. Đây là một biện pháp tiết kiệm thép hay các kim loại quý trong công nghiệp.

Lớp mạ có nhiệm vụ trang trí bên ngoài sản phẩm chế tạo kim loại hoặc hợp kim rẻ tiền. Lớp mạ trang trí bên ngoài thường đồng thời là lớp mạ bảo vệ các chi tiết máy khỏi bị ăn mòn.

Người ta còn tạo được lớp mạ kim loại hoặc hợp kim có các tính chất hóa lý đặc biệt mà kim loại nền không có được. Lớp mạ được tạo ra theo yêu cầu kỹ thuật được gọi là lớp mạ kỹ thuật, ví dụ :

- Lớp mạ làm tăng độ chống mài mòn, chống ma sát.

- Tạo lớp mạ dẫn điện tốt hơn kim loại nền nhiều lần, lại không gỉ, bảo đảm dòng điện rất nhỏ lưu thông trong hệ thống lâu dài, an toàn.

- Lớp mạ cho khả năng hàn được các chi tiết máy theo các phương pháp hàn thông thường.

- Lớp mạ còn thay đổi kích thước chi tiết máy (mạ phục hồi).

- Lớp mạ cho độ rắn tế vi cao, chịu được các lực tác dụng rất lớn mà không bong, tróc : mạ chày máy, búa máy, mũi khoan, ...

- Tạo lớp mạ bóng, sáng, bền nhiệt cao, cứng như lớp mạ khuôn ép nhựa, khuôn thủy tinh, khuôn ép cao su,...

1.3.2. Sự phân loại lớp mạ

Căn cứ vào mục đích sử dụng lớp mạ điện mà người ta chia chúng thành các nhóm: lớp mạ bảo vệ, lớp mạ trang trí, lớp mạ vừa bảo vệ vừa trang trí, lớp mạ kỹ thuật.

a. Lớp mạ bảo vệ

Nhiệm vụ chủ yếu của lớp mạ này là bảo vệ kim loại nền khỏi bị ăn mòn trong môi trường sử dụng.

Lớp mạ bảo vệ không chỉ cách ly kim loại nền khỏi bị tác dụng và chạm của môi trường xung quanh mà còn có tác dụng bảo vệ điện hóa kim loại nền. Căn cứ vào cơ chế ăn mòn điện hóa mà người ta chia lớp mạ bảo vệ thành lớp mạ anốt và lớp mạ catốt :

- Lớp mạ anốt là lớp mạ mà kim loại mạ có điện thế âm hơn điện thế kim loại nền trong môi trường ăn mòn.

- Lớp mạ anốt phổ biến trong thực tế : lớp mạ kẽm, cadimi, thiếc trên thép.

- Trong nước tự nhiên, lớp mạ kẽm hay cadimi sẽ đóng vai trò anốt so với thép trong các pin ăn mòn.

- Trong trường hợp lớp mạ không liên tục (lớp mạ có khe nứt, lỗ xóp, bong, tróc) nước có thể ngấm vào, giữa sắt và kẽm xuất hiện các pin ăn mòn, kẽm là anốt còn thép là catốt; kẽm hòa tan còn thép không hòa tan, nói cách khác thép được bảo vệ nhờ sự "hy sinh" của kẽm.

- Tính chất bảo vệ của lớp mạ anốt phụ thuộc vào cấu tạo của độ dày lớp mạ cũng như tính chất của môi trường ăn mòn. Trong môi trường nước cất, thép sẽ bị ăn mòn điện hóa nếu lớp mạ kẽm bị bong, tróc, có lỗ thủng với đường kính lỗ lớn hơn 1µm.

- Trong nước biển, lớp mạ kẽm có tác dụng bảo vệ thép ngay khi có lỗ thủng với đường kính vài chục micromét. Tốc độ ăn mòn của lớp mạ kẽm trong nước cất lớn hơn từ 4 đến 6 lần tốc độ ăn mòn trong nước biển ở nhiệt độ 60 - 70°C.

- Lớp mạ catốt là lớp mạ mà kim loại mạ có điện thế dương hơn điện thế kim loại nền trong môi trường ăn mòn. Lớp mạ đồng thau, niken, crôm, bạc, vàng trên thép là những lớp mạ catốt. Lớp mạ catốt bảo vệ có hiệu quả kim loại nền nếu là lớp mạ liên tục, không bong, tróc, nứt nẻ hoặc có lỗ xộp.

- Trong trường hợp có lỗ nhỏ, nước ngấm qua được, lớp mạ sẽ hình thành các pin ăn mòn; trong đó kim loại nền (thép) là anốt bị ăn mòn còn kim loại mạ là catốt được giữ nguyên (xem phần I, mục 8). Độ dày lớp mạ càng bé, lỗ rỗng xuất hiện càng nhiều, khi ngấm nước tự nhiên sẽ hình thành vô số các vi pin ăn mòn, hoạt động của các vi pin sẽ nhánh chóng phá hủy kim loại nền.

- Khi chọn lớp mạ bảo vệ cần chú ý đến tính độc hại của môi trường ăn mòn. Lớp mạ kẽm chỉ thực sự bảo vệ có hiệu quả sắt thép trong môi trường pH từ 7 đến 12,5. Trong môi trường axit hay môi trường kiềm mạnh hơn kẽm sẽ bị hòa tan nhanh. Lớp mạ kẽm trong nước cất trung tính, ở nhiệt độ cao sẽ đổi cực, kẽm trong điều kiện này sẽ là lớp mạ catốt của sắt, nhưng lại xộp rỗng, nước dễ thấm qua và sắt vẫn có thể bị ăn mòn tiếp.

- Lớp mạ thiếc trong môi trường axit có tính chất catốt còn trong môi trường kiềm nó là lớp mạ anốt của thép.

- Khí thải công nghiệp là môi trường ăn mòn mạnh nhất đối với lớp mạ kẽm.

- Lớp mạ kẽm thu được từ dung dịch xyanua có độ bền ăn mòn cao hơn lớp mạ kẽm thu được từ dung dịch axit.

- Lớp mạ kẽm bóng có độ bền ăn mòn cao hơn lớp mạ kẽm mờ có cùng độ dày.

- Lớp mạ cadimi trên thép là lớp mạ anốt, có tính chất bảo vệ tương tự như lớp mạ kẽm, nhưng trong môi trường không khí vùng biển, tính bảo vệ của nó tốt hơn lớp mạ kẽm.

- Trong môi trường khí thải từ lò hơi (đặc biệt là khí SO₂) lớp mạ cadimi có tính chất bảo vệ kém hơn lớp mạ kẽm có cùng độ dày.

- Lớp mạ anốt thiếc chỉ dùng để bảo vệ sắt thép trong môi trường ăn mòn nhẹ, còn lớp mạ cadimi, lớp mạ kẽm được sử dụng để bảo vệ có hiệu quả sắt thép ở những môi trường ăn mòn mạnh.

- Để nâng cao độ bền ăn mòn của lớp mạ kẽm, cadimi và thiếc người ta cần thụ động hóa chúng trong các dung dịch CrO_3 hay $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (xem chương Mạ kẽm tập 2).

- Lớp mạ anốt thiếc thu được từ dung dịch kiềm có độ bền ăn mòn cao hơn lớp mạ thu được từ dung dịch axit.

- Thường lớp mạ thiếc để bảo vệ sắt thép là lớp mạ hợp kim, trước nhất là hợp kim 65% thiếc và 35% kẽm hoặc lớp mạ thiếc-chì, thiếc-cadimi.

- Lớp mạ đồng và đồng thau hiếm được sử dụng làm lớp mạ bảo vệ, chúng chỉ được dùng trong một số môi trường ăn mòn nhẹ, tương tự, lớp mạ niken cũng ít được dùng làm lớp mạ bảo vệ.

- Một số lớp mạ trang trí và kỹ thuật thường đồng thời là lớp mạ bảo vệ.

b. Lớp mạ trang trí

Lớp mạ có màu sắc đẹp, bóng, sáng, hấp dẫn thị hiếu và giữ được vẻ đẹp trong một thời gian dài cho các thiết bị, máy móc, dụng cụ, đồ trang sức, nữ trang,...

Ta không thể dùng lớp mạ kẽm, cadimi, thiếc để làm lớp mạ trang trí vì bề mặt bóng sáng ban đầu của chúng sẽ biến đổi nhanh chóng. Nói chung lớp mạ anốt không bao giờ được chọn làm lớp mạ trang trí. Chỉ một số lớp mạ catốt mới được chọn làm lớp mạ trang trí.

Độ bóng lớp mạ có thể tạo ra được nhờ kỹ thuật đánh bóng cơ khí, hóa học hoặc điện hóa học.

Một cách phổ biến người ta có thể thu trực tiếp lớp mạ bóng (hay bóng gương) nhờ các phụ gia làm bóng cho trực tiếp vào dung dịch mạ.

Người ta còn tạo được lớp mạ trang trí bằng cách mạ áo một lớp mỏng kim loại quý hiếm như vàng, rôdi, platin, paladi hoặc crôm. Độ dày lớp mạ áo này khoảng 0,25 đến $2\mu\text{m}$. Lớp mạ áo của các kim loại trên có màu sắc đẹp, bóng sáng, giữ được vẻ đẹp hấp dẫn trong nhiều môi trường không khí.

Lớp mạ bạc và niken có độ dày khá lớn cũng được dùng làm lớp mạ trang trí. Lớp mạ bạc và niken rất dễ bị mờ đi trong không khí, mất đi vẻ bóng sáng ban đầu. Để ngăn chặn điều này người ta có thể mạ lên bề mặt niken và bạc một lớp mạ áo rôdi, platin,

paladi hoặc vàng. Trong trường hợp lớp mạ niken, người ta thường mạ một lớp mỏng crôm lên lớp mạ niken.

Ngoài ra người ta còn dùng phương pháp thụ động hóa hóa học hay điện hóa học để cho lớp mạ niken, bạc giữ được màu sắc bóng sáng một thời gian.

Trong một số trường hợp lớp mạ đồng và đồng thau, hoàng đồng cũng được dùng làm lớp mạ trang trí. Các lớp mạ đồng hoặc hợp kim đồng rất dễ xỉn màu trong không khí ẩm. Để ngăn chặn hiện tượng này người ta cần thụ động hóa lớp mạ bóng đồng và thau rồi phủ một lớp vecni không màu bên ngoài.

c. Lớp mạ trang trí bảo vệ

Lớp mạ vừa có tính bảo vệ có hiệu quả kim loại nền vừa có tính trang trí cao.

Chỉ có lớp mạ catốt mới thỏa mãn được các đặc tính trên của lớp mạ trang trí bảo vệ. Các lớp mạ sau đây thường đóng vai trò lớp mạ trang trí - bảo vệ :

- Lớp mạ niken - crôm.
- Lớp mạ đồng - crôm hay lớp mạ thau - crôm.
- Lớp mạ đồng - niken - crôm.

Trong các lớp mạ trang trí - bảo vệ, lớp mạ trung gian niken đóng vai trò lớp mạ bảo vệ. Để cô lập hoàn toàn kim loại nền khỏi môi trường ăn mòn, lớp mạ niken phải có độ dày tối thiểu 25 μ m.

Lớp mạ bảo vệ trung gian niken có độ bền ăn mòn trong nhiều môi trường cao hơn lớp mạ đồng. Khi bề mặt được mạ một lớp mỏng crôm có độ dày 0,5 - 1,5 μ m thì giữ được lâu dài màu bóng xanh đặc trưng của crôm.

Lớp mạ niken trên đồng hay trên thau chỉ được dùng làm lớp mạ trang trí - bảo vệ trong môi trường ăn mòn nhẹ (không khí ở làng quê). Trong môi trường khí thải công nghiệp, đặc biệt môi trường có chứa các hợp chất lưu huỳnh, bề mặt niken biến đổi màu nhanh chóng, thoát đầu là màu vàng dần chuyển sang màu xanh nâu.

Trong một số trường hợp lớp mạ kẽm, cadimi được thụ động hóa (màu sáng bóng hay màu cầu vồng) cũng đóng vai trò là lớp mạ bảo vệ - trang trí.

d. Lớp mạ kỹ thuật

Lớp mạ điện được sử dụng rộng rãi với mục đích kỹ thuật, ví dụ :

- Lớp mạ làm tăng độ bền chống ma sát ổ trục.

- Lớp mạ làm tăng độ dẫn điện bề mặt như sử dụng các lớp mạ bạc để mạ các tiếp điện.
- Lớp mạ phục hồi các trục, các chi tiết bị mài mòn.
- Lớp mạ làm tăng độ cứng, độ bóng gương (gương đèn pha).
- Mạ đồng, bạc, vàng tạo các mạch in một hay nhiều lớp.
- Trong công nghiệp bán dẫn (transistor, diot,...) người ta dùng lớp mạ vàng để mạ các tiếp điện, các linh kiện điện tử,...
- Tạo lớp mạ crôm vi rãnh trong xy lanh để thấm dầu, chống ma sát.



Hình 1.2. Một số chi tiết được mạ điện phân

2. PHÂN TÍCH THÀNH PHẦN DUNG DỊCH MẠ

2.1. Phân tích thành phần dung dịch mạ kẽm

Quá trình mạ điện kẽm được biết từ năm 1850, tuy nhiên quá trình này được sử dụng trong công nghiệp chỉ trong khoảng 100 năm gần đây. Khó khăn gặp phải trong thời kỳ đầu là thiếu phương pháp chuẩn bị bề mặt kim loại nền (thép, sắt) và phương pháp kiểm tra độ pH, đó là hai yếu tố có ảnh hưởng cơ bản lên quá trình mạ kẽm trong dung dịch axit (dung dịch duy nhất để mạ kẽm thời đó).

Vào khoảng năm 1820 người ta đã nghiên cứu và đưa vào sử dụng dung dịch mạ kẽm xyanua trong phạm vi công nghiệp. Những năm sau đó người ta lần lượt nghiên cứu dung dịch xyanua mạ kẽm nửa bóng và bóng. Cho đến nay trên thế giới đã tìm ra rất nhiều chất phụ gia tạo bóng cũng như những phụ gia khác có tác dụng cải thiện cấu tạo và chất lượng lớp mạ, làm giảm giá thành sản phẩm mạ kẽm, cũng như áp dụng lớp mạ kẽm vào trong nhiều ngành công nghiệp khác nhau.

Kẽm là kim loại màu trắng bạc, sắc lam nhạt, tên Latinh là Zincum, ký hiệu hóa học Zn, nguyên tử lượng 65,38, số thứ tự 30, nhóm 2, hệ thống tuần hoàn Mendeleev. Kẽm kim loại có tính khử mạnh. Trong không khí luôn bị bao phủ bởi màng tạo ra từ muối cacbonat bazơ kẽm $\text{ZnCO}_3 \cdot \text{Zn(OH)}_2$ chứ không phải oxit kẽm ZnO. Khối lượng riêng của kẽm kim loại 7,133g/cm³ ở 20°C. Nhiệt độ nóng chảy ở 420°C.

Khả năng bảo vệ sắt, thép của lớp mạ kẽm phụ thuộc vào tính chất môi trường ăn mòn và tỷ lệ với độ dày lớp mạ. Ở không khí làng quê ăn mòn nhẹ, lớp mạ kẽm bị phá hủy trung bình 1 - 1,5µm/năm, còn trong điều kiện ăn mòn ở các vùng công nghiệp thường là 6 - 8µm/năm.

Lớp mạ kẽm không bền đối với tác dụng của hơi nước nóng hơn 60°C và khí hậu nhiệt đới.

Lớp mạ kẽm có độ ăn mòn cao nhất trong khoảng pH từ 6 - 12. Trong môi trường axit và kiềm mạnh lớp mạ kẽm bị phá hủy nhanh chóng.

Hiện nay gần một nửa sản lượng kẽm sản xuất trên thế giới được dùng mạ bảo vệ sắt, thép và sản xuất tôn lợp nhà, số còn lại để sản xuất đồng thau và các hợp kim khác, sản xuất ZnO cho ngành sản xuất sơn, thủy tinh mờ, v.v...

Lớp mạ kẽm không dùng để mạ các thùng chứa thực phẩm, vì độc tính của các muối kẽm.

Trong những năm gần đây người ta sử dụng ngày càng nhiều các lớp mạ kẽm bóng, được thụ động hóa trong dung dịch CrO_3 hay dung dịch $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ có màu cầu vồng hay màu bóng xanh nhạt, tương tự như màu của lớp mạ crom trang trí. Và có thể dùng lớp mạ kẽm này thay cho lớp mạ Cu-Ni-Cr trong một số trường hợp khi không cần độ bóng lâu dài.

*** Các dung dịch mạ kẽm**

Để mạ kẽm người ta sử dụng hai loại chất điện ly : chất điện ly chứa ion đơn Zn^{2+} và chất chứa ion phức kẽm như : $\text{Zn}(\text{CN})_4$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Zn}(\text{P}_2\text{O}_7)$, ZnCl_4 , $\text{Zn}(\text{NH}_3)_4$... Trong số những chất điện ly được dùng phổ biến hiện nay có chất điện ly Sulfat (chất điện ly đơn ZnSO_4 , chất điện ly xyanua kẽm $\text{Zn}(\text{CN})_4$ và $\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}$.

Trong các tài liệu của nhiều nước trên thế giới cũng như trong nước có trình bày rất nhiều công thức pha chế dung dịch mạ kẽm.

Sau đây là một số công thức đã được tác giả nghiên cứu ứng dụng có kết quả.

2.1.1. Chất điện ly sunfat

Sulfat kẽm $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	300g/l
Sulfat natri $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	100g/l
Sulfat kali nhôm $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	60g/l
Dextrin vàng	10g/l
Nhiệt độ điện phân :	thường
Mật độ dòng catốt	$I_K = 4\text{A/dm}^2$
Độ pH dung dịch	3,5 – 4,5
Hiệu suất dòng catốt	$\eta_K = 95\% \rightarrow 100\%$

Khả năng phân bố của dung dịch đo theo phương pháp Herring- Blum đạt 12%, thuộc loại dung dịch có khả năng phân bố yếu, chỉ dùng để mạ những vật có hình dạng đơn giản như mặt phẳng, mặt trụ, v.v...

Trong công thức trên : Sulfat natri $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ là chất phụ gia làm tăng độ dẫn điện, vì vậy làm tăng ở mức độ nhỏ khả năng phân bố của dung dịch.

Sulfat kali nhôm $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ có tác dụng đệm, giữ cho pH của dung dịch vào khoảng 3,5 - 4,5. Ngoài ra nó còn có tác dụng làm cho lớp mạ có cấu tạo tinh thể mịn hạt, ở mức độ nhỏ còn có các tác dụng:

- + Làm bóng sáng lớp mạ.
- + Tăng phân cực catốt, cải thiện khả năng phân bố lớp mạ.

Dextrin vàng có tác dụng :

- + Làm lớp mạ có cấu tạo mịn hạt.
- + Làm bóng nhẹ lớp mạ.

Cần chú ý chỉ có dextrin vàng mới có tác dụng trên.

Trong thành phần dung dịch trên, chỉ nên dùng pH ở khoảng 3,5 - 4,5. pH < 3,5 sẽ làm giảm hiệu suất dòng, nhất là khi dùng mật độ dòng IK nhỏ, đồng thời giảm khả năng phủ sâu. Điện phân ở pH cao hơn 4,5 lớp mạ có cấu tạo thô, xốp.

Làm giảm pH dung dịch bằng dung dịch axit H₂SO₄ 3%, nếu pH > 4,5.

Làm tăng pH dung dịch bằng dung dịch NaOH 3%. Nhớ thêm dung dịch H₂SO₄ hay NaOH vào bể từ từ, khuấy đều, kiểm tra độ pH bằng giấy quỳ hay máy đo pH cầm tay.

Nếu khuấy trộn dung dịch bằng không khí nén, sạch thì có thể dùng mật độ dòng catôt lớn hơn 5A/dm².

Tốc độ kết tủa của dung dịch trên gần 1μm/phút.

Lớp mạ kẽm trên tấm hoặc ống thép có độ dày vào khoảng 3 - 12μm, tùy môi trường sử dụng.

Tùy thuộc vào điều kiện sử dụng mà lớp mạ kẽm có thể được thụ động hóa hay phốtphat hóa.

Những hóa chất quan trọng dùng cho mạ kẽm

Tên hóa chất	Công thức hóa học	Khối lượng	Độ tinh khiết	Ghi chú
Kẽm xyanua	Zn(CN) ₂	117,41	K.t loại 1	0,9% xô đa
Kẽm Sulfat	ZnSO ₄ .7H ₂ O	287,55	K.t loại 1	
Kẽm oxyt	ZnO	81,38	Nguyên chất	
Amoni clorua	NH ₄ Cl	53,50	K.t loại 1	
Thiếc clorua	SnCl ₂ .2H ₂ O	225,65	Nguyên chất	
Kali nhôm Sulfat	KAl(SO ₄) ₂ .18H ₂ O	1	K.t loại 1	
Natri xyanua	NaCN	49,02	m loại 1	có 2% xô đa
Natri axetat	CH ₃ COONa.3H ₂ O	136,09	K.t loại 1	
Natri Sulfat	Na ₂ SO ₄ 10H ₂ O	322,22	K.t loại 1	
Natri bisulfit	NaHSO ₃	104,47		
Natri hydroxyt	NaOH	40,01	K.t loại 1	1,5% xô đa

2.1.2. Chất điện ly xyanua kiềm

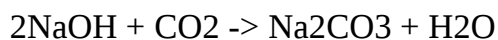
Chất điện ly xyanua kiềm dùng để mạ kẽm thường được gọi là chất điện ly vạn năng, bởi vì nó có một số tính chất tốt sau đây:

- Khả năng phân bố kim loại mạ cao (vào khoảng 48% đo theo phương pháp Herring-Blum), độ phủ sâu cao đạt 100% nên chất điện ly này thường được dùng để mạ những chi tiết có bề mặt phức tạp.

- Độ dẫn điện của dung dịch tốt, độ phân cực catốt cao. Lớp mạ kẽm thu được từ dung dịch xyanua kiềm có cấu tạo tinh thể mịn hạt. Độ bằng phẳng của lớp mạ thường cao hơn độ bằng phẳng của kim loại nền. Tính chất bảo vệ của lớp mạ kẽm cao hơn lớp mạ thu được từ các dung dịch khác có cùng độ dày.

- Nhược điểm rất cơ bản của chất điện ly xyanua kiềm là rất độc. Bể mạ cần có hệ thống thông gió, hút khí độc. Việc xử lý nước thải cũng khó khăn, tốn kém.

- Ngoài tính độc, chất điện ly xyanua kiềm còn có nhược điểm là kém ổn định, luôn bị phân ly theo các quá trình sau :



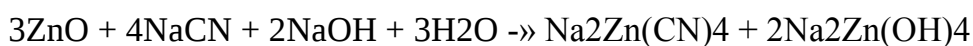
Các khí HCN và NH₃ thoát ra thường xuyên gây ô nhiễm môi trường và làm hao hụt NaCN và NaOH, sự tích tụ Na₂CO₃ làm cho lớp mạ kẽm xốp và xù xì.

- Chất điện ly xyanua kiềm nhạy với các ion kim loại lạ hơn chất điện ly Sulfat. Hiệu suất dòng catốt η_K thường chỉ đạt khoảng 80%.

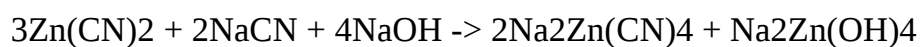
Trong dung dịch xyanua kiềm mạ kẽm có 3 thành phần cơ bản :

- Oxyt kẽm ZnO hay xyanua kẽm Zn(CN)₂.
- Natri xyanua NaCN
- Natri hydroxyt NaOH.

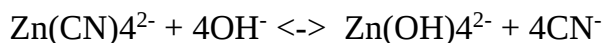
Trong dung dịch, các thành phần trên phản ứng với nhau theo các quá trình sau :



hay

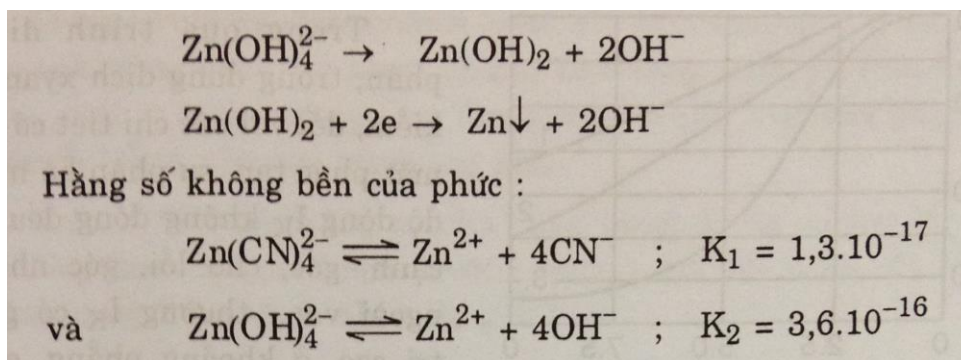


Đồng thời trong dung dịch còn tồn tại cân bằng :



Sự chuyển dịch cân bằng từ trái sang phải nếu nồng độ NaOH lớn hơn NaCN tự do. Ngược lại, cân bằng chuyển dịch theo chiều từ phải sang trái nếu nồng độ NaCN tự do cao hơn NaOH.

Theo nhiều tác giả, sự giải phóng kẽm trên catôt tạo lớp mạ theo quá trình sau :



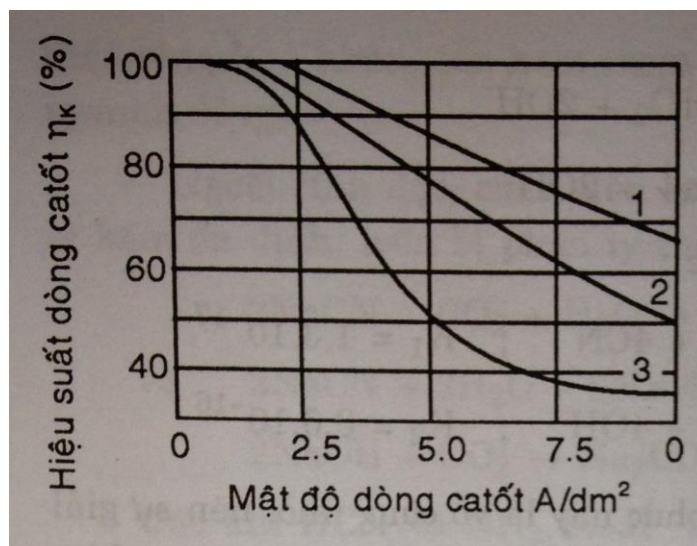
Hằng số không bền của các phức này là vô cùng nhỏ, nên sự giải phóng kẽm từ các anion diễn ra với sự phân cực catôt vô cùng lớn. Sự chuyển các anion Zn(CN)_4^{2-} và Zn(OH)_4^{2-} đến vùng catôt không phải bằng con đường điện di mà bằng cách khuếch tán. Sự có mặt của natri xyanua tự do trong dung dịch là yếu tố" căn bản làm cho lớp mạ có cấu trúc mịn hạt trong một giới hạn mật độ dòng catôt rộng; còn natri hydroxyt tự do có tác dụng làm tăng độ dẫn điện của dung dịch và đảm bảo anôt kẽm hòa tan tốt, không bị thụ động. Tuy nhiên, để thu được lớp mạ kẽm có độ dày đồng đều, bằng phẳng, bóng sáng cần phải duy trì các tỷ số" nồng độ sau đây:

$M_{\text{CN}} = \frac{\text{NaCN}}{\text{Zn}}$	trong khoảng 2,6 đến 3
$M_{\text{OH}} = \frac{\text{NaOH}}{\text{Zn}}$	trong khoảng 2,2 – 2,4

Trên hình 1 trình bày sự phụ thuộc hiệu suất dòng catôt η_K vào mật độ dòng đối với MCN có các giá trị khác nhau.

Hình 1 cho biết sự phụ thuộc hiệu suất dòng catôt η_K vào MCN ở mật độ dòng catôt $IK = 4\text{A/dm}^2$. Độ giảm mạnh của đường cong khi tăng MCN chứng tỏ có sự chuyển dịch cân bằng (1) từ phải sang trái. Điều này chứng tỏ tốc độ khử ion Zn^{2+} giảm mạnh (η_K giảm mạnh) khi tăng nồng độ xyanua tự do NaCN trong dung dịch.

Từ sơ đồ hình 1 chứng tỏ cùng với sự tăng mật độ dòng IK hiệu suất dòng η_K giảm, ở khoảng mật độ dòng nhỏ, η_K thực tế đạt gần 100%.



Hình 1. Sự phụ thuộc η_K vào I_K

Trong các dung dịch xyanua kiềm mạ kẽm khi tăng nhiệt độ thì hiệu suất dòng catốt η_K tăng, nhưng khả năng phân bố kim loại lại giảm, nhất là ở khoảng I_K lớn. Trong thực tế sản xuất cần phải chọn nhiệt độ tối ưu cho quá trình mạ kẽm.

2.1.3. Chất điện ly kiềm dùng mạ kẽm

Thành phần của chất điện ly	ZnO	20g/l
	NaOH	180g/l

Lớp mạ thu được từ chất điện ly ở nhiệt độ 50°C, $I_K = 15-20$ A/dm² thô và có xu hướng dendryt (nhánh cây). Để ngăn ngừa điều đó người ta thường thêm vào dung dịch mạ một lượng thiếc (Sn) 0,2 - 0,5g/l dưới dạng Na_2SnO_3 hòa tan. Ta chuẩn bị riêng dung dịch Na_2SnO_3 như sau:

Tính lượng Sn từ muối $SnCl_2 \cdot 2H_2O$, hòa tan nó trong một lượng nhỏ dung dịch NaOH, sau đó thêm 2ml dung dịch H_2O_2 30% tính cho 1g $SnCl_2 \cdot 2H_2O$. Sau khi $SnCl_2$ chuyển thành Na_2SnO_3 ta rót dung dịch này vào bể mạ, khuấy cho dung dịch được đồng nhất. Lọc dung dịch bằng máy lọc, điện phân ở mật độ dòng catốt nhỏ cho đến khi thu được lớp mạ kẽm sáng.

Trong các bể mạ lớn, liên tục nên tiến hành phân tích NaOH và Sn 3 ngày một lần, còn lượng Na_2CO_3 một tuần một lần. Thay anốt kẽm nguyên chất bằng anốt kẽm có pha 1% Sn. Chất điện ly kiềm mạ kẽm nhạy với sự nhiễm bẩn kim loại nặng. Nói chung người ta ít sử dụng dung dịch này trong phạm vi công nghiệp. Ở Mỹ có sử dụng rộng rãi chất điện ly kiềm, nhưng có thêm một lượng nhỏ 3,5 - 7g/l NaCN.

2.2. Phân tích thành phần dung dịch mạ Crom

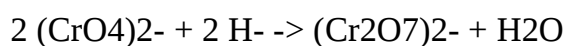
Dung dịch mạ crom gồm hai thành phần chính là axit cromic và chất xúc tác. Trong các dung dịch hiện đại, ngoài hai thành phần cơ bản này còn dùng thêm chất hoạt động bề mặt làm giảm bốc hơi dung dịch, chất ổn định nồng độ xúc tác, các phụ gia cải thiện quá trình mạ hoặc chất lượng lớp mạ...

2.2.1. Axit cromic

CrO₃ là crom trioxit hay anhydric cromic, nhưng trong thực tế nhiều nơi vẫn quen gọi là axit cromic. Khi hòa tan CrO₃ vào nước sẽ biến thành các loại axit:



Trong dung dịch nước luôn tồn tại cân bằng:



Do nồng độ CrO₃ dùng rất cao nên cân bằng luôn dịch về bên phải, có nghĩa trong dung dịch mạ crom thường ưu tiên chứa ion dicromat (Cr₂O₇)²⁻. Crom trong các hợp chất này có hóa trị sáu Cr⁶⁺.

Mạ crom dùng anot không tan nên ion Cr⁶⁺ phóng điện lên catot thành lớp mạ crom kim loại, làm dung dịch loãng dần, cần định kỳ bổ sung CrO₃ để bù vào lượng crom đã tiêu thụ trong quá trình mạ.

Dung dịch mạ crom có hai tính chất trái ngược nhau:

- Tính axit mạnh nên có thể hòa tan nhiều kim loại;
- Tính thụ động mạnh nên có thể bảo vệ được nhiều kim loại khác.

2.2.2. Chất xúc tác

Dung dịch mạ crom từ axit cromic chỉ cho kim loại crom điện kết tủa trên catot khi có mặt chất xúc tác trong dung dịch. Các chất xúc tác thông dụng là:

- Axit sunfuric H₂SO₄
- Axit hexafluosilic H₂SiF₆
- Axit hydrofluoric HF
- Axit sunfonic hữu cơ
- Các axit hữu cơ khác.

Gọi là xúc tác vì chúng không tiêu hao cho phản ứng và luôn được tái tạo sau các phản ứng. Nồng độ xúc tác chỉ giảm sút do các mất mát cơ học sinh ra. Chất xúc tác đôi khi

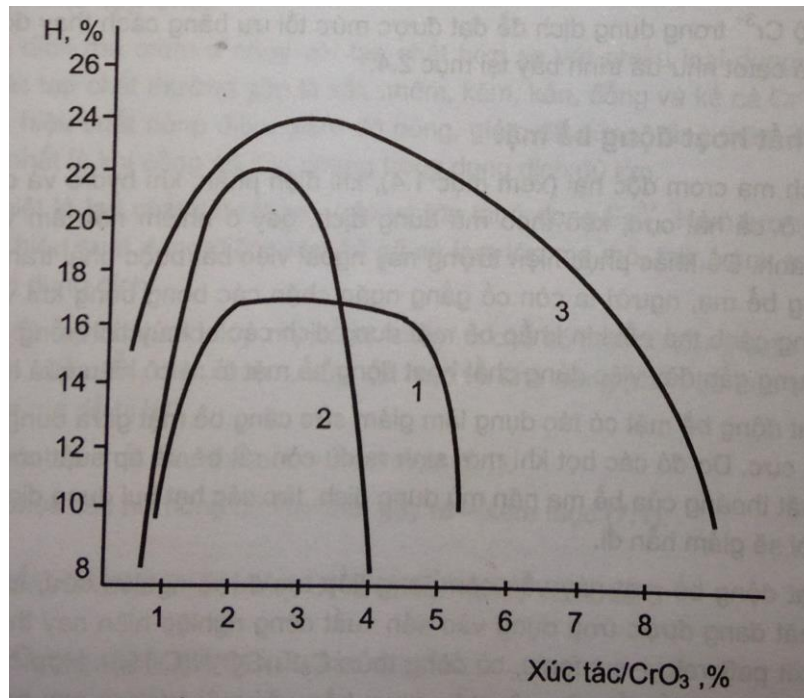
còn được gọi là anion lạ. Tác dụng chính của chất xúc tác nằm ở các anion của chúng. Các dung dịch mạ đặc biệt có thể dùng đồng thời hai hoặc nhiều xúc tác.

Xúc tác $(\text{SO}_4)_2^-$ được dùng lâu đời và phổ biến nhất. Nồng độ tốt nhất của $(\text{SO}_4)_2^-$ trong dung dịch mạ chỉ bằng 1% nồng độ của CrO_3 . Trong hóa phẩm CrO_3 thương mại thường có sẵn 0,1 - 0,2% H_2SO_4 , nên khi pha chế dung dịch cần phải tính đến lượng H_2SO_4 này. Nhiều hãng cung cấp hoá chất mạ điện hiện đại đã đưa ra thị trường loại CrO_3 sẵn 1% H_2SO_4 rất thuận tiện trong việc pha chế mới dung dịch.

Xúc tác F hay xúc tác $(\text{SiF}_6)_2^-$ có thể thay thế hay dùng đồng thời với xúc tác sunfat. Nồng độ tốt nhất đối với xúc tác F là 1,5 - 2,5% nồng độ tổng của axit cromic, còn của $(\text{SiF}_6)_2^-$ là 1,2 - 4%.

Dùng dung dịch có xúc tác F cho hệ vi nứt rất tốt, hiệu suất dòng điện lớn và độ cứng lớp mạ cao hơn khi dùng xúc tác sunfat. Nhược điểm khi dùng xúc tác F là dung dịch dễ nhạy cảm với biến động thành phần dung dịch và với tạp chất hơn, nhất là với sắt. Vì vậy khi dùng xúc tác này phải kiểm tra, phân tích và điều chỉnh các nồng độ của dung dịch một cách chặt chẽ và nghiêm ngặt hơn khi dùng xúc tác sunfat. Ngoài ra dung dịch dùng xúc tác F có tính xâm thực mạnh, nên vật liệu anốt, catot, thành bể thùy tinh hay gốm sứ sẽ bị ăn mòn làm dung dịch mau nhiễm bẩn. Thành bể bằng nhựa PVC hay PVDF chống được ăn mòn của dung dịch. Những loại dung dịch có F này rất thích hợp cho mạ crom trong thùng quay.

Xúc tác $(\text{SiF}_6)_2^-$ cho hiệu suất dòng điện cao nhất, nhưng thường dùng đồng thời với xúc tác $(\text{SO}_4)_2^-$ dưới dạng muối khó tan kali flosilicat K_2SiF_6 và stronti sunfat SrSO_4 . Chúng được dùng dư lượng và trong dung dịch axit cromic chúng hòa tan đến bão hòa, đồng thời cho tổng nồng độ xúc tác đúng với yêu cầu của dung dịch mạ crom một cách tự động.



Hình 2.1. Ảnh hưởng của các loại xúc tác với Cr₂O₃ đến hiệu suất dòng điện H

2.2.3. Ion Cr³⁺

Ngoài axit cromic và chất xúc tác ra, trong dung dịch mạ crom luôn tồn tại một lượng nhỏ xác định ion Cr³⁺. Chúng có thể ngẫu nhiên lẫn vào ở dạng tạp chất, nhưng thường được đưa vào ngay khi pha chế dung dịch, hoặc tạo ra chúng bằng cách thêm vào dung dịch mạ vừa mới pha chế một trong các chất khử như axit citric, axit tartaric, axit oxalic, đường rượu. Các chất này sẽ khử hóa học Cr⁶⁺ thành Cr³⁺. Cũng có thể điện phân xử lý dung dịch một lúc để tạo ra Cr³⁺. Khi đó do trong catot axit cromic không được khử trực tiếp thành Cr kim loại mà qua chất trung gian Cr³⁺, nhờ khuếch tán, đối lưu mà Cr³⁺ trong mang catot sẽ chuyển vào dung dịch ở dạng tự do và không bị khử tiếp thành Cr như những Cr³⁺ nằm trong thành phần của màng catot. Vậy Cr³⁺ nghiêm nhiên trở thành một thành phần của dung dịch mạ và rất có thể tồn tại dưới dạng hợp chất với axit cromic hay ion aunftat.

Thấy rằng Cr³⁺ trong dung dịch cũng có những ảnh hưởng nhất định đến sự làm việc của bể mạ crom. Một lượng nhỏ Cr³⁺ đã làm tăng đáng kể khả năng phân bố cho dung dịch mạ crom, mặc dù hiệu suất dòng điện có giảm đi chút ít. Nếu hàm lượng Cr³⁺ quá nhỏ hoặc không có thì không những khả năng phân bố rất kém, lớp mạ bị lồi nặng mà còn rất khó thu được kết tủa Cr nếu không tăng thật mạnh mật độ dòng điện lên. Ngược lại nếu nồng độ Cr trong dung dịch quá lớn sẽ làm giảm độ dẫn điện của dung

dịch và làm điện thế bề tăng cao, đồng thời lớp mạ bị mờ, xám, có vết lốm đốm, loang lổ và rất giòn. Lúc này Cr^{3+} tác dụng như một tạp chất có hại vậy. Nồng độ Cr^{3+} thường được duy trì từ 1 - 2% tổng lượng CrO_3 của dung dịch, nhưng nồng độ Cr^{3+} thích hợp nhất còn tùy thuộc vào việc nó tồn tại dưới dạng hợp chất nào, vào chế độ điện phân và vào mức độ nhiễm bẩn tạp chất của dung dịch mạ (ví dụ dung dịch lẫn nhiều sắt thì phải giảm bớt nồng độ Cr^{3+} xuống). Làm thay đổi nồng độ Cr^{3+} trong dung dịch để đạt được mức tối ưu bằng cách thay đổi tỷ lệ diện tích giữa anot và catot.

2.2.4. Chất hoạt động bề mặt

Dung dịch mạ crom độc hại, khi điện phân, khí hydro và oxy thoát ra mạnh và nhiều ở cả hai cực, kéo theo mù dung dịch, gây ô nhiễm nơi làm việc và môi trường xung quanh. Để khắc phục hiện tượng này ngoài việc bắt buộc phải trang bị thiết bị hút gió tại miệng bể mạ, người ta còn cố gắng ngăn chặn các bong bóng khí và mù dung dịch bay lên bằng cách thả nổi kín khắp bề mặt dung dịch các bi thủy tinh rỗng hay các hạt nhựa xốp..., nhưng gần đây việc dùng chất hoạt động bề mặt tỏ ra có hiệu quả hơn nhiều.

Chất hoạt động bề mặt có tác dụng làm giảm sức căng bề mặt giữa dung dịch và khí thoát ra tại điện cực. Do đó các bọt khí mới sinh ra dù còn rất bé và áp suất còn rất nhỏ đã bị vỡ ngay tại mặt thoáng của bể mạ nên mù dung dịch, tức các hạt bụi dung dịch rất nhỏ bị bắn ra bên ngoài sẽ giảm hẳn đi.

Chất hoạt động bề mặt này vẫn còn đang tiếp tục được nghiên cứu, cải tiến. Chất hoạt động bề mặt đang được ứng dụng vào sản xuất công nghiệp hiện nay thường là các amin của các axit perfluoralkyl-sulfonic, có công thức $\text{C}_8\text{F}_{17}\text{SO}_3\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$. Hợp chất có chứa flo này đáp ứng tương đối tốt các yêu cầu như: bền với môi trường oxy hóa rất mạnh của dung dịch axit cromic và của khí oxy, bền ở nhiệt độ tương đối cao, hòa tan tốt trong dung dịch mạ, giảm được sức căng bề mặt từ 35 mN/m của dung dịch mạ xuống còn 22 mN/m, ít sinh bọt... Chất hoạt động bề mặt có tên IPT Fumex FTR có thể dùng cho tất cả các loại dung dịch chứa ion Cr^{6+} .

Các công ty hóa chất Minh Chất, Việt Nhất... thành phố Hồ Chí Minh đã nhập khẩu và phân phối một loại chất hoạt động bề mặt mang tên thương mại là CR-10, có tác dụng làm giảm bay hơi dung dịch crom trong khi mạ. Nồng độ CR-10 chỉ cần 0,1 - 0,2 ml cho mỗi lít dung dịch mạ.

2.2.5. Phụ gia cải thiện chất lượng

Hiện nay người ta đang nghiên cứu và bắt đầu ứng dụng các chất phụ gia có khả năng cải thiện chất lượng dung dịch và lớp mạ crom. Ví dụ pyridinsulfat, muối seien và muối chì dùng phối hợp với axit sunfonic có tác dụng làm tăng hiệu suất dòng điện và làm thay đổi hình dạng mạng vết nứt, thay đổi màu sắc lớp mạ crom hay kích thước hạt tinh thể. Trong số đó chất có tác dụng mạnh nhất là các dẫn xuất của axit sunfonic.

Các thí nghiệm đầu tiên với axit metyl sunfonic, axit etyl sunfonic, axit propylsunfonic và metan sunfonic cho kết quả rất tốt như làm tăng độ bóng lớp mạ crom, nâng cao hiệu suất dòng điện, tuy nhiên vẫn còn nhược điểm là anot lại bị xâm thực nhiều hơn. Các dẫn xuất của muối axit metan sunfonic có thể tránh cho anot không bị xâm thực. Chế phẩm độc quyền về loại phụ gia này cũng đã được bán trên thị trường.

Nhiều chất hữu cơ như axit malic, axit nicotinic cùng với kali iodat và một số chất lạ khác cũng đã được thử nghiệm và ứng dụng ở một vài nơi, nhưng hiện nay vẫn chưa thể giữ được vị trí đáng tin cậy trong sản xuất công nghiệp.

2.2.6. Các tạp chất

Dung dịch mạ crom ít nhạy với tạp chất hơn so với nhiều loại dung dịch mạ khác. Tuy nhiên các tạp chất thường gặp là sắt, nhôm, kẽm, kền, đồng và kể cả Cr^{3+} nữa, ít nhiều đã làm giảm hiệu suất dòng điện, giảm độ bóng, giảm độ cứng, tăng thêm vết nứt cho lớp mạ crom..., nhất là khi nồng độ của chúng trong dung dịch đủ lớn.

Đặc biệt là tạp chất sắt rất hay gặp và tồn tại ở dạng Fe^{3+} . Hàm lượng sắt trên 3 g/l sẽ làm giảm hiệu suất dòng điện; trên 10 g/l sẽ làm lớp mạ thô, mờ, xám; trên 15 g/l buộc phải thay mới dung dịch.

Nồng độ tạp chất cao, lớp mạ dễ bị “cháy” ở chỗ có mật độ dòng điện lớn (thường là các góc, cạnh, điểm lồi, mũi nhọn... của vật mạ) và khả năng phân bố của dung dịch giảm mạnh (tức lớp mạ dễ bị lồi).

2.3. Kiểm tra dung dịch mạ

2.3.1. Kiểm tra khả năng phân bố của dung dịch mạ

Chiều dày lớp mạ thường không đồng đều trên bề mặt của một vật mạ, nhất là vật mạ có hình thù phức tạp, lớp mạ có chỗ dày, chỗ mỏng, thậm chí có chỗ không được mạ. Khả năng phân bố chiều dày lớp mạ trên bề mặt đồng đều đến mức nào được nghiên

cứu, đánh giá qua khả năng phân bố của dung dịch mạ. Vậy khả năng phân bố (KNPB) của dung dịch mạ là gì?

KNPB của dung dịch mạ là một chỉ số cho biết dung dịch đó có khả năng sinh ra lớp mạ dày đều đến mức nào trên bề mặt vật có hình thù phức tạp. Nó phụ thuộc vào phân bố dòng điện trên catot, vào cách biến đổi của hiệu suất dòng điện theo mật độ dòng điện.

Phân bố dòng điện lại phụ thuộc vào tính cách và mức độ biến đổi của điện thế catot theo một độ dòng điện (tức độ phân cực catot), vào độ dẫn điện của dung dịch và các yếu tố hình học trong bể mạ (hình dạng, kích thước và vị trí tương đối của các cực với nhau và với bể mạ, phân bố dòng điện quả là phức tạp nhưng có thể biểu thị bằng biểu thức sau :

$$i_g / i_x = k [1 - \Delta\varphi / E] \quad (1)$$

trong đó i – mật độ dòng điện, A/dm² hay mA/cm²;
 φ – điện thế catot, V;
 $\Delta\varphi = \varphi_x - \varphi_g$ – độ biến đổi điện thế catot theo mật độ dòng điện, V;
 g, x – chỉ phần catot ở gần và ở xa anot (hình 35);
 $E = iR$ – điện thế rơi trong dung dịch giữa catot và anot, V;
 R – điện trở dung dịch, Ωcm^3 ;
 $k = l_x / l_g$ – tỷ số khoảng cách (l) giữa hai phần catot xa và gần anot, cm; cũng bằng $k = R_x / R_g$

tỷ số điện trở dung dịch tại các khoảng cách khác nhau giữa hai phần catot xa và gần anot.
Từ phương trình (1) thấy rằng :
Trường hợp $\Delta\varphi = \varphi_x - \varphi_g = 0$,
thì $i_g / i_x = k = l_x / l_g$

ta có phân bố dòng điện sơ cấp và nó chỉ phụ thuộc vào các thông số hình học. Cách phân bố dòng điện như vậy sẽ rất không đều trên catot giữa chỗ gần và xa anot.

Trường hợp $\Delta\varphi > 0$ thì $i_g / i_x < k$, ta có phân bố dòng điện thứ cấp. Cách phân bố dòng điện này đồng đều hơn trên bề mặt catot.

Vậy phân bố dòng điện thứ cấp luôn đồng đều hơn phân bố dòng điện sơ cấp, đó là do có sự can thiệp của độ phân cực $\Delta\varphi$ (yếu tố điện hoá).

Tốc độ tổng của quá trình catot được thể hiện bằng mật độ dòng điện catot i_c . Nhưng riêng tốc độ mạ (hay tốc độ tăng trọng lượng m lớp mạ) lại phụ thuộc vào cả mật độ dòng điện i và hiệu suất dòng điện H , cho nên phân bố kim loại sẽ phải là :

$$m_g / m_x = i_g H_g / i_x H_x \quad (2)$$

Mà bản thân H lại cũng phụ thuộc khá phức tạp vào i (đồng biến, nghịch biến hay không đổi theo i). Vì vậy phân bố kim loại (hay mức độ dày đồng đều của lớp mạ ở mọi chỗ) sẽ phụ. Thuộc đồng thời vào rất nhiều yếu tố, như : hình dạng và kích thước vật mạ, cách bố trí các cực trong bể mạ, độ dẫn điện của dung dịch, độ phân cực của điện cực trong dung dịch, cách thức biến đổi của H theo i ... Cho nên khi thay đổi một thành phần dung dịch hay một chế độ mạ nào đó sẽ ảnh hưởng đến một hay nhiều yếu tố nói trên, và đều làm cho phân bố kim loại biến đổi theo.

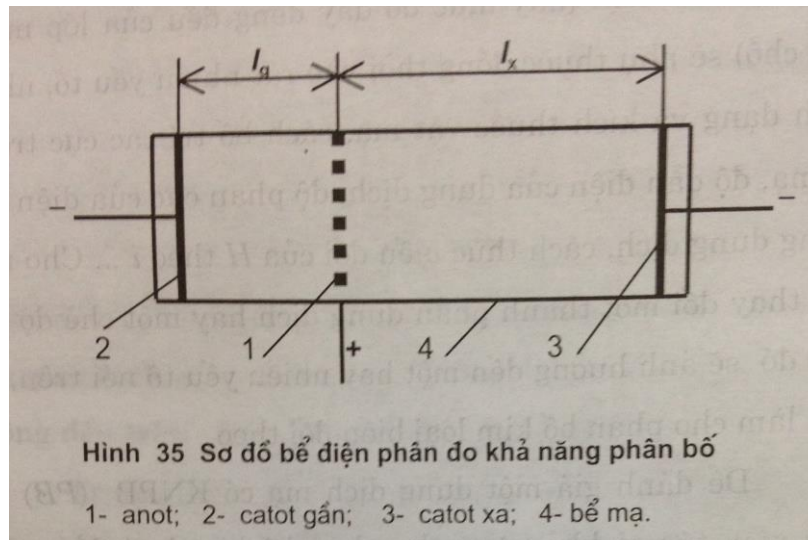
Để đánh giá một dung dịch mạ có KNPB (PB) tốt hay xấu tức có khả năng cho phân bố kim loại đồng đều nhiều hay ít, người ta dùng công thức sau :

$$PB = 100 [k - (m_g / m_x)] / k, \quad \% \quad (3)$$

Theo (3) thì PB càng lớn khi $m_g / m_x \rightarrow 1$, tức khi $m_g = m_x$. Vậy dung dịch mạ nào có trị số PB càng lớn thì có khả năng cho lớp mạ dày đều ở mọi nơi trên bề mặt catot.

*** Thiết bị và cách đo**

Thiết bị đo KNPB chính là thiết bị mạ thông thường, chỉ riêng bể mạ là có cấu tạo đặc biệt. Có nhiều kiểu cấu tạo bể mạ để đo KNPB của dung dịch mạ. ở đây xin giới thiệu một kiểu có cấu tạo đơn giản, dễ thực hiện nhất



Bể mạ có chiều dài 30 cm, rộng 6 cm, chiều cao 12 cm. Kích thước anot và catot bằng nhau và gần bằng tiết diện ngang của bể mạ. Hai catot đặt sát vách nhỏ ở hai đầu bể đối diện nhau. Anot có nhiều lỗ thủng để dòng dung dịch giữa hai bên và được đặt song song với các catot tại vị trí như hình vẽ sao cho tỷ số khoảng cách giữa anot với hai catot là $k = l_x/l_a = 2$.

Cân hai catot trước và sau khi mạ sẽ tìm được trọng lượng kim loại đã mạ lên mỗi catot là m_x và m_g . Từ đó sẽ tính được giá trị khả năng phân bố PB của dung dịch mạ theo công thức (3).

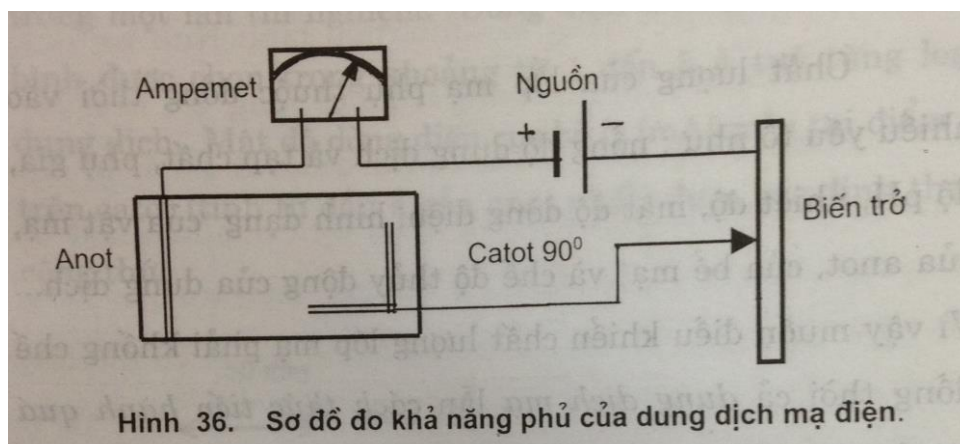
2.3.2. Kiểm tra khả năng phủ của dung dịch mạ

Khả năng phủ của dung dịch mạ là khả năng mà dung dịch có thể cho lớp kết tủa kim loại che kín bề mặt vật mạ đến mức độ nào. Người ta quy ước thể hiện năng lực này bằng số phần trăm bề mặt của một catot bề gấp 90° được lớp mạ che phủ sau khi mạ từ dung dịch cần nghiên cứu.

Khả năng phủ đặc biệt quan trọng đối với trường hợp cần một lớp mạ che kín được toàn bộ bề mặt phức tạp của vật mạ cho dù có chỗ lớp mạ rất mỏng. Thực nghiệm cho thấy giữa khả năng phân bố và khả năng phủ của dung dịch mạ có quan hệ gần gũi với nhau.

Xác định khả năng phủ từ bình mạ hình hộp đặc biệt như hình 36 có kích thước 100 X 60 X 80 mm. Anot phẳng. Catot dài 100 mm, rộng 50 mm, bề gấp 90° ở giữa, đặt vào bể mạ (như hình 36) và thông điện trong 1,5 - 2 h theo mật độ dòng điện quy định phù hợp với dung dịch nghiên cứu.

Sau khi rửa, sấy, duỗi thẳng catot ra và đo giá trị khả năng phủ bằng số % diện tích (mặt trong) catot được phủ.



Dung dịch có khả năng phủ tốt thì 100% diện tích (một mặt) có lớp mạ che phủ. Ngược lại lớp mạ sẽ bị lỗi tại góc bẻ 90°. Đo và tính phần trăm diện tích phủ bằng thước tự tạo như sau : lấy miếng nhựa trong, dùng mũi nhọn vạch các đường kẻ song song cách nhau 10 mm theo hai chiều vuông góc nhau, sẽ được tấm nhựa kẻ ô vuông, mỗi ô 10 mm x 10 mm = 100 mm². Áp tấm nhựa lên mẫu mạ và đếm số ô vuông ứng với chỗ có lớp mạ phủ. Từ đó tính ra phần trăm diện tích được phủ. Số phần trăm diện tích được phủ càng cao, khả năng phủ của dung dịch càng lớn.

2.3.3. Kiểm tra dung dịch mạ bằng bình Hull

Chất lượng của lớp mạ phụ thuộc đồng thời vào nhiều yếu tố như : nồng độ dung dịch và tạp chất, phụ gia, độ pH, nhiệt độ, mật độ dòng điện, hình dạng của vật mạ, của anot, của bể mạ và chế độ thủy động của dung dịch... Vì vậy muốn điều khiển chất lượng lớp mạ phải không chỉ đồng thời cả dung dịch mạ lẫn cách thức tiến hành quá trình mạ. Trong đó quan trọng nhất vẫn là dải mật độ dòng điện thích hợp; trong dải này sẽ cho lớp mạ đạt chất lượng tốt : bóng, không gai nhám, cấu trúc đồng đều ... Nhưng làm cách gì mà biết ngay là cần phải không chế, hiệu chỉnh những yếu tố" nào một cách kịp thời trong lúc đang sản xuất để thu được lớp mạ tốt ?

Bình Hull cho phép làm được điều đó. Nó được dùng để kiểm tra, đánh giá nhanh chóng chất lượng lớp mạ phụ thuộc vào những yếu tố" nào để kịp thời điều chỉnh. Bình Hull chính là một bể mạ thí nghiệm nhỏ, có hình dạng và kích thước đặc biệt như hình 37, được mắc vào sơ đồ mạ và chỉ cần tiến hành mạ một mẫu duy nhất đã có thể cho ngay kết quả cần kiểm tra.

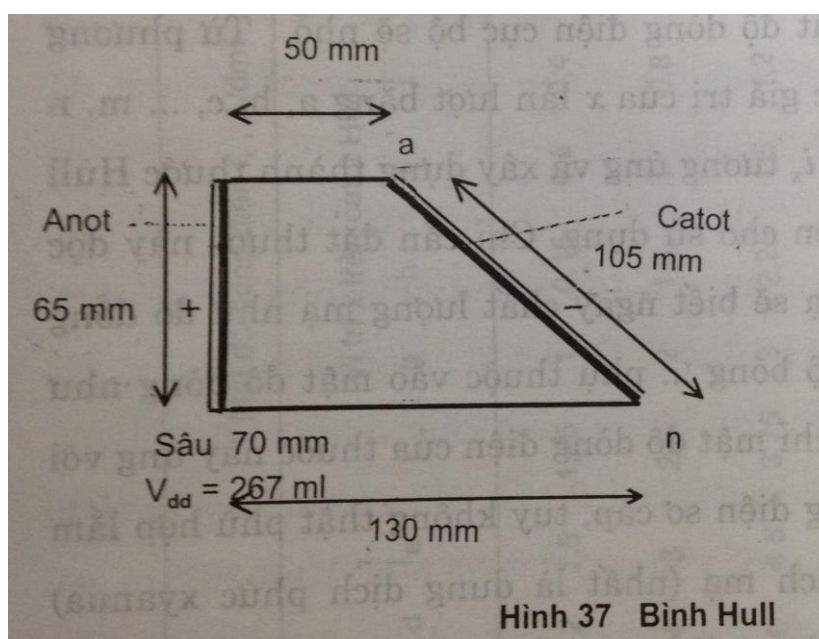
Catot đặt nghiêng trong bình Hull cho phép tạo ra một dải mật độ dòng điện từ nhỏ đến lớn ngay trên 1 catot trong một lần thí nghiệm. Dòng điện không đổi I đưa vào bình được chọn trong khoảng từ 1 đến 5 A tùy từng loại dung dịch. Mật độ dòng điện cực bộ i_x (mA/cm²) tại điểm X trên catot (tính từ đầu a gần anot nhất) được xác định theo công thức:

$$i_x = 10 \cdot I \cdot (a - b \cdot \log_{10} x) \quad (5)$$

trong đó i_x – mật độ dòng điện cực bộ tại một điểm trên catot có khoảng cách x kể từ điểm a, mA/cm²;

x – khoảng cách dọc theo catot tính từ đầu gần anot nhất, cm;

a và b – hằng số bình, nếu bình Hull có dung tích 267 ml thì chúng lần lượt bằng 5,1 và 5,24.



Catot bằng đồng thau, kích thước 8 cm X 10 cm. Đầu (a) gần anot, điện trở qua dung dịch nhỏ nên mật độ dòng điện cực bộ sẽ lớn. Đầu (n) xa anot, điện trở qua dung dịch lớn nên mật độ dòng điện cực bộ sẽ nhỏ. Từ phương trình (5) cho các giá trị của X lần lượt bằng a, b, c, ... m, n sẽ tính được các i_x tương ứng và xây dựng thành thước Hull (hình 38) rất tiện cho sử dụng. Chỉ cần đặt thước này dọc theo catot đã mạ sẽ biết ngay chất lượng mạ như độ đồng đều, độ nhẵn, độ bóng ... phụ thuộc vào mật độ dòng như

thể nào. Các số chỉ mật độ dòng điện của thước này ứng với dải phân bố" dòng điện sơ cấp, tuy không thật phù hợp lắm với mọi dung dịch mạ (nhất là dung dịch phức xyanua) nhưng riêng với dung dịch mạ kẽm nó cho kết quả rất tốt.

Thấy rằng khi chọn $I = 2A$ thì trên catot mật độ dòng điện cục bộ ix sẽ trải rộng thành một dải từ 2,5 đến 85 mA/cm² , tức là bao trùm lên dải mật độ dòng điện thích hợp của hầu hết các loại dung dịch mạ.

Thước Hull:

Dòng điện I, A	Mật độ dòng điện I_x , A/dm ²													
	Vị trí x trên catot Hull													
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
1	5	4	3	2	1,5	1,25	1	0,15	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,05
2	10	8	6	4	3	2,5	2	1,5	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
3	15	12	9	6	4,5	3,75	3	2,25	1,5	1,2	0,9	0,6	0,3	0,15
5	25	20	15	10	7,5	6,25	5	3,75	2,5	2	1,5	1	0,5	0,25

Bình Hull có thể kiểm tra, đánh giá các tính chất sau của lớp mạ như : độ bóng và dải mật độ dòng điện mạ bóng; mật độ dòng điện bắt đầu làm cháy lớp nê; độ dẻo (giòn) lớp mạ; khả năng phủ kín và khả năng phân bố của dung dịch; thành phần hợp kim... phụ thuộc mật độ dòng điện như thế nào.

Bình Hull cũng được dùng để phát hiện các yếu tố ảnh hưởng đến tính chất của lớp mạ như : ảnh hưởng của phụ gia; của chất bóng; của cân bằng hoá chất; nhiệt độ; tạp chất; xử lý than hoạt tính; lọc ...

Hiện nay bình Hull được làm từ các vật liệu vụn năng để thử nghiệm cho mọi dung dịch như polyetylen, sứ... được trang bị thêm thiết bị đun nóng, bơm, khuấy... và được cải tiến thành rất nhiều dạng khác nhau như :

- Mật độ dòng điện thể tích trong bình Hull lớn hơn trong bể mạ sản xuất, cho nên đối với bình Hull 267 ml sau vài ba lần mạ mẫu thử thành phần dung dịch sẽ thay đổi rất nhiều so với lúc đầu. Vì vậy đôi khi người ta dùng loại bình Hull lớn hơn để giảm bớt sự biến động nói trên. Loại bình Hull lớn có kích thước như sau : hai cạnh đáy hình

thang 112 và 212 mm, cạnh vuông góc 80 mm, cạnh nghiêng 127 mm, chiều sâu 90 mm. Thể tích dung dịch 1000 ml. Diện tích catot 125 X 95 mm. Các hằng số trong công thức (5) là $a = 3,26$, $b = 3,4$. Cường độ dòng điện I chọn trong khoảng 1 — 8 A.

- Bình Hull loại tháo đáy hoặc khoan thủng nhiều lỗ trên thành bình được nhúng thẳng vào bể mạ sản xuất để thí nghiệm kiểm tra dung dịch một cách trực tiếp ngay tại hiện trường. Loại bình Hull này thường dùng cho trường hợp cần mật độ dòng điện lớn như mạ crom ...

- Bình Hull có catot cắt rời thành các dải nhỏ để dễ dàng đo được phân bố" mật độ dòng điện cục bộ thực và phân bố" kim loại trên catot. Loại này được dùng để nghiên cứu trong các phòng thí nghiệm.

Bình Hull có dạng cong là một phần của hình vành khăn dùng để tạo ra và tính toán dải phân bố" dòng điện thứ cấp cũng như để đo định lượng khả năng phân bố" và quan sát định tính các dung dịch mạ trong các phòng thí nghiệm nghiên cứu...

Người thợ mạ thường xuyên dùng bình Hull để kiểm tra, so sánh... giúp cho việc duy trì sự làm việc bình thường của bể mạ cũng như khắc phục các sự cố" được chính xác và kịp thời giống như người thợ điện vẫn dùng đồng hồ vạn năng trong công việc hằng ngày của mình vậy.

3. GIA CÔNG CƠ HỌC BỀ MẶT KIM LOẠI TRƯỚC KHI MẠ

Phương pháp chuẩn bị bề mặt vật mạ bằng cách gia công cơ khí là phương pháp phổ biến nhất, mang tính truyền thống và đồng thời cũng rất có hiệu quả.

Nội dung và yêu cầu :

- Làm cho bề mặt vật mạ thật bằng phẳng, không lồi lõm, không còn gai, không vết xước, nhẵn và bóng gương, đồng nhất.
- Làm bong các lớp gỉ, tẩy sạch dầu mỡ.

3.1. Mài thô

Nhằm san bằng những chỗ lồi lõm, các vết hàn, các sản phẩm gỉ tích tụ trên bề mặt, làm cho bề mặt tương đối bằng phẳng.

Thường mài thô bằng các bánh mài bằng da có gắn các bột mài số 3 hoặc số 4 (bán kính hạt mài từ 120 đến 60µm).

3.2. Mài tinh hay còn gọi là mài nhẵn

Mục đích của mài tinh là loại bỏ các vết xước làm cho bề mặt thật nhẵn đều. Mài tinh được thực hiện bằng các bánh mài bằng da có gắn các bột mài số 5 (bán kính hạt bột mài nhỏ hơn 60µm).

Bột mài: Trên thị trường hiện nay bán rộng rãi các loại bột đá mài như bột mài số 3 hay 4 dùng mài thô, mài phá; bột mài số 5 dùng mài nhẵn, mài tinh. Căn cứ vào thành phần, người ta phân ra bột mài thiên nhiên hay bột mài nhân tạo:

- Bột mài thiên nhiên là bột đá mài và bột corundum (Al_2O_3).
- Bột mài nhân tạo là oxit nhôm và cacborundum (SiC).

Các bột mài nhân tạo thường cứng hơn và đồng nhất hơn bột mài thiên nhiên.

Bột mài cacborundum cứng hơn bột mài corundum, thường dùng để mài các vật liệu cứng như gang xám, thép tôi, các phôi thép cứng hoặc các vật liệu dai, ít bị nứt bề như thau, nhôm, đồng đỏ. .

Keo gắn bột đá mài: Phổ biến nhất người ta dùng keo da (a-dao dùng để làm chất kết dính pha với quét tường) loại tốt, nấu nóng nhẹ lửa cho chảy thật đều trong nồi gang; dùng chổi nhựa phết keo da lỏng lên bề mặt bánh xe mài cho thật đều, xong ta lăn đều bánh xe da lên một máng gỗ tay tôn đựng bột đá mài, các hạt bột đá mài dính chặt lên bề mặt bánh xe, sau đó dùng một miếng gỗ mềm đập nhẹ để bột mài gắn chặt vào bề

mặt bánh xe, đem phơi nắng cho thật khô, sang ngày sau có thể dùng được. Một cơ sở mài có từ vài chục đến hàng trăm bánh mài.

Tốc độ mài: Thông thường các mô tơ có gắn bánh quay VỚI tốc độ 1.800 đến 2.400 vòng /phút. Khi mài ở tốc độ cao hơn, keo bị nóng lên, các bột đá mài bị rời khỏi bề mặt bánh xe da.

Chất bôi trơn: Để tránh cho các chi tiết khỏi bị tróc thành lớp, trong quá trình mài cần dùng chất bôi trơn là "sáp dầu mỡ" thường gọi nôm na là "mỡ bò" hay sáp kỹ thuật.

3.3. Đánh bóng

Nhằm tạo cho bề mặt chi tiết thật nhẵn bóng, không còn vết xước xước. Ta có thể chế tạo bánh xe đánh bóng tương tự như bánh mài ở trên, song cần chú ý chọn da bò rất mềm, có độ dai bền cao, độ đàn hồi tốt. Phổ biến hơn, các loại bánh xe đánh bóng thường làm từ các loại vải mỏng mới, ghép thành bánh từ 8 đến 15 lớp chắc chắn bằng đinh thép. Các bánh xe đánh bóng có độ đồng tâm cao, độ đàn hồi tốt. Đối với các kim loại quý có thể đánh bóng bằng bánh xe lông cừu. Riêng đối với vàng, đặc biệt lớp mạ vàng không nên đánh bóng mà nên nhá bóng bằng cây mã não hay chuỗi hạt cườm có bán ở các cửa hàng dụng cụ gia công vàng, bạc. Nhiều cơ sở còn dùng bột năng làm chất bôi trơn khi đánh bóng.

Lơ đánh bóng : lơ đánh bóng bán trên thị trường có nhiều loại, chế tạo từ nhiều nước, nhưng phổ biến có 2 dạng :

- Dạng keo nhão (dạng past).
- Dạng thỏi đóng rắn.

Tùy thuộc kim loại đánh bóng mà ta chọn mua dạng lơ cho thích hợp. Căn cứ vào độ rắn của các bột mài mà người chia thành lơ cứng và lơ mềm.

- Lơ cứng gồm các loại bột mài cứng như corundum (Al_2O_3), cacborundum (SiC), Smergiel. Lơ cứng dùng để đánh bóng các loại kim loại (hợp kim) cứng như thép, đồng thau, gang. Các loại lơ màu xanh hay xám bán trên thị trường thuộc loại lơ cứng.

- Lơ mềm chủ yếu dùng các loại bột mài mềm như Cr_2O_3 , vôi bột CaO, bột Talt, đất khuê tảo, SiO_2 , Fe_2O_3 , bột dolomic (hỗn hợp $MgO.CaO$).

Các loại bột mài là thành phần quan trọng nhất của lơ đánh bóng. Kích thước hạt của các loại bột mài chế tạo lơ từ vài micromet trở lại; có nhiều loại bột mài có kích

thước hạt nhỏ hơn micromet. Mỗi loại lơ đánh bóng có thể có từ một đến vài loại bột mài.

Ngoài bột mài loại rất mịn, trong lơ đánh bóng còn có các axit béo bậc cao như axit oléic, axit stéaric, các loại mỡ động vật (mỡ bò, mỡ heo), các loại sáp thực vật như carnauba, terpentin (dầu thông mới), các loại sáp dầu mỏ như paraîin, sáp kỹ thuật, vadơlin, xêrêzin, dầu hỏa.

Các chất trên là các phụ gia, vừa có tác dụng dính kết các loại bột mài, vừa có tác dụng tăng nhanh quá trình làm bóng bề mặt. Ngoài những phụ gia trên, trong lơ còn có các chất hoạt động bề mặt có tác dụng làm giảm sức căng bề mặt, làm tăng nhanh quá trình loại trừ các chất bẩn và lớp oxit bám trên bề mặt chi tiết khi quay.

<i>Một vài công thức lơ đánh bóng :</i>	
– Lơ dùng đánh bóng thép trước khi mạ đồng, tính theo phần trăm khối lượng (%) :	
Smargiel (hỗn hợp gồm 60% $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_3\text{O}_4 \cdot \text{SiO}_2$) $28\mu\text{m}$	22,4
Tripoli	55,5
Sáp kỹ thuật	15,1
Stêarin	7,0
– Lơ đánh bóng đồng :	
Oxyt Fe_2O_3	36
Oxyt Cr_2O_3	36
Stêarin	20
Xêrêzin	5
Sáp kỹ thuật	3
– Lơ đánh bóng lớp mạ niken :	
Hỗn hợp dolomic ($\text{MgO} \cdot \text{CaO}$)	75
Stêarin	20
Xêrêzin	1,5
Terpentin	1,5
Sáp kỹ thuật	2,0

Tốc độ quay của mô tơ đánh bóng:

Muốn đánh thật bóng phải dùng tốc độ quay cao từ 2.850 vòng 1phút trở lên. Đối với các chi tiết nhỏ, mềm thường dùng máy có công suất nhỏ từ 1/3 đến 3/4 mã lực. Để đánh bóng các hợp kim cứng hoặc các chi tiết có kích thước lớn như thép, thau, inox phải dùng máy có công suất từ 1 đến 5 mã lực và tốc độ quay phải lớn, ít nhất 2.850

vòng/phút (có thể phải dùng pu-li trung gian để nâng cao tốc độ quay của bánh mài, vì trong thực tế ít có mô-tơ không đồng bộ có tốc độ vòng quay cao hơn 2.850 vòng/phút).

Cách đánh bóng:

Lơ đánh bóng có pha thêm dầu hỏa, bôi vào bánh xe da (hay vải) cho máy đánh bóng chạy; dùng tay ấn vật Cần đánh bóng vào bánh xe da (hay vải), thỉnh thoảng trát một ít sáp kỹ thuật hay bột năng vào bánh xe đánh bóng. Sau khi đánh bóng xong, nên dùng giẻ khô có tẩm bột năng mịn lau sạch chi tiết. Đặt chi tiết trong bột trấu hay bột mùn cưa chờ đem mạ. Trước khi mạ cần tẩy sạch dầu mỡ, gỉ, rửa sạch rồi nhúng vào bể mạ. Nếu các chi tiết bằng thép, sau khi đánh bóng, lau sạch có thể ngâm chi tiết vào dung dịch xút 10% vài chục giờ mà không sợ giảm độ bóng.

3.4. Quay bóng

Đối với các chi tiết có hình thù phức tạp hoặc các chi tiết nhỏ bé cùng một loại, không thể dùng mô-tơ để đánh bóng được mà phải làm bóng trong thùng quay bóng.

Thùng quay bóng hình lăng trụ bát giác đều được chế tạo bằng thép tốt, dày 6 - 7mm; có hệ thống đóng mở nắp kín bảo đảm làm việc chắc chắn, thuận tiện.

Tốc độ quay của thùng loại nhỏ có đường kính khoảng 250mm là 90 - 100 vòng/phút. Thùng càng lớn tốc độ quay càng nhỏ. Thùng có đường kính 450mm tốc độ quay 40 vòng/phút, thùng có đường kính 800mm tốc độ quay 20 vòng/phút.

3.4.1. Quay bóng khô

Các chi tiết nhỏ, đinh, ốc, vít, bulông, các kim loại mềm như nhôm, kẽm, các chi tiết bằng gỗ,... thường làm bóng trong thùng quay bóng khô.

Các chi tiết cùng với mùn cưa, vôi bột, các loại bột mài cho vào khoảng 30 - 40% dung tích thùng. Tỷ lệ chi tiết và môi trường đánh bóng từ 1/4 đến 1/2. Khi thùng quay chậm với tốc độ đều đều, chi tiết và môi trường va chạm nhau trong thời gian từ vài giờ đến vài chục giờ (tùy yêu cầu mức độ làm bóng), kết quả là bề mặt các chi tiết vừa bóng vừa sạch.

Quay bóng khô cho độ bóng không cao lắm.

3.4.2. Quay bóng ướt

Đối với các chi tiết nhỏ 1 đinh, ốc, vít, đồ nữ trang giả,... cùng loại.

Nếu chi tiết đem làm bóng là đồng hay hợp kim của nó thì môi trường làm bóng là axit sunfuric 5% có thêm một ít bột cây hay trái bồ kết rang vàng. Quá trình làm bóng

đồng thời là quá trình tẩy gỉ, tẩy dầu. Thời gian làm bóng từ 30 phút đến vài giờ. Không cần cho bột mài vào thùng quay bóng.

Nếu chi tiết chế tạo từ thép, gang thì môi trường làm bóng là dung dịch xút 5 - 10%.

Chi tiết đem làm bóng cần phải sạch gỉ và sạch các sản phẩm có nguồn gốc dầu mỡ (phải rửa bằng xăng hay dầu hỏa, làm khô, tẩy gỉ trong dung dịch axit H_2SO_4 10% rồi mới đem quay bóng).

Nếu chi tiết lớn, có hình thù phức tạp làm bằng thép thì cần phải tẩy sạch, các chất có nguồn gốc dầu mỡ, sạch gỉ mới đem quay bóng. Môi trường làm bóng là dung dịch xút 5 - 10% có thêm các bột đá mài các cỡ, các viên bi thép, bi sứ có hình khối tam giác, đa diện to nhỏ khác nhau.

Mỗi thể tích chi tiết cần 3-4 thể tích môi trường làm bóng. Khi quay với tốc độ nhỏ, thùng chỉ nên chứa 50% thể tích.

Ngoài chất tẩy rửa là xút, ta còn có thể dùng các chất tẩy rửa khác như dung dịch Na_2CO_3 , Na_3PO_4 ,... hoặc hỗn hợp giữa chúng. Thời gian quay bóng có thể từ vài giờ đến hàng chục giờ.

Xóc bóng: Thùng xóc bóng bằng thép, hình chuông, đặt nghiêng. Các chi tiết đánh bóng và môi trường sau khi cho vào thùng xóc bóng, dùng máy rung mạnh; các chi tiết và môi trường va đập vào nhau một thời gian dài làm bề mặt chi tiết nhẵn bóng, sạch.

3.5. Phun cát

3.5.1. Phun cát khô

Dùng không khí nén để phun những tia cát với tốc độ lớn, cát va chạm vào bề mặt chi tiết, tẩy loại đi tất cả các chất bẩn, xóa đi những chỗ lồi khỏi bề mặt chi tiết. Không khí nén cần phải sạch các chất dầu mỡ và các chất bẩn khác. Kích thước của hạt cát, áp suất không khí nén phụ thuộc đặc tính của các chi tiết đem đánh bóng được trình bày trong bảng dưới.

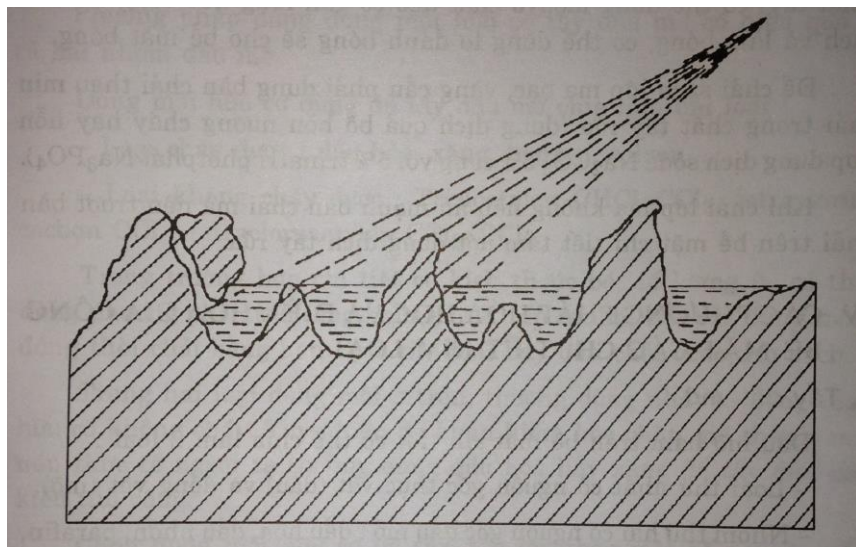
Đặc tính của chi tiết	Kích thước hạt cát (mm)	Áp suất <i>không khí nén</i> (KG/cm ²)
Các sản phẩm kim loại có <i>bề</i> dày trên 3mm	2,5 -3,5	2 - 4
Chi tiết có độ dày khoảng 3mm	1,2-2	1 - 2 1
Các chi tiết nhỏ có độ dày mỏng	0,5-1	0,5-1 1

3.5.2. *Phun cát ướt*

Phun cát khô thường gây ô nhiễm bụi cát. Thay cho phun cát khô, ta phun cát ướt. Để phun cát ướt cần tạo huyền phù gồm :

- Dung dịch chứa 5% NaNO_2 và 2,5% Na_2CO_3 .
- Bột mài trộn vào dung dịch trên ở dạng phân tán cao. Tỷ lệ dung dịch bột mài 2 : 1 theo khối lượng.

Dùng không khí sạch nén mạnh để làm bắn các tia huyền phù vào bề mặt chi tiết, loại đi các chỗ lỗi tế vi, các chất bẩn dầu mỡ, các lớp gỉ tích tụ. Cần phải tẩy dầu mỡ trên chi tiết trước khi phun cát ướt. Phun cát ướt chỉ làm bề mặt bằng phẳng và sạch chứ không làm bóng bề mặt.



3.6. Chải sạch

Sử dụng bàn chải chế tạo từ những sợi kim loại thép, đồng hay đồng thau, hợp kim niken, bán kính các sợi kim loại từ 0,05 đến 0,25mm gắn chặt vào bản gỗ hay kim loại,

có cán để tay cầm chải hoặc gắn vào moayơ lắp ổ trục dùng mô tơ quay từ 1.500 - 2.000 vòng/phút.

Để chải thép hay hợp kim cứng, cần dùng bàn chải dây thép mịn.

Để chải các kim loại mềm (đồng, thau, bạc, vàng), cần dùng bàn chải dây đồng thau mịn.

Các lớp mạ cũng được chải sạch bùn bằng các loại bàn chải sợi bằng thau.

Ta cần phải chải sạch kim loại trong các chất tẩy rửa như : dung dịch trinitrat photphat (Na_3PO_4) 3 - 5%. có trộn hỗn hợp dolomit ($\text{MgO}.\text{CaO}$). Bề mặt sau khi tẩy chải có độ bóng nhẹ.

Đối với bạc, vàng hay lớp mạ bạc thì ngoài bàn chải đồng thau (chải tay) có thể dùng moayơ chất dẻo có gắn lông heo cứng để chải sạch và làm bóng, có thể dùng lơ đánh bóng sẽ cho bề mặt bóng.

Để chải sạch lớp mạ bạc, vàng cần phải dùng bàn chải thau mịn chải trong chất tẩy rửa (dung dịch quả bồ hòn nướng cháy hay hỗn hợp dung dịch soda Na_2CO_3 5% cùng với 5% trinitrat photphat Na_3PO_4). Khi chải lớp mạ không nên ấn mạnh bàn chải mà nên trượt bàn chải trên bề mặt chi tiết tẩm ướt dung dịch tẩy rửa.

4. TẨY DẦU MỠ CHO BỀ MẶT KIM LOẠI

4.1. Tẩy dầu mỡ

Dầu mỡ bám trên bề mặt chi tiết có thể chia làm 2 loại :

- Loại thứ nhất có nguồn gốc thực vật (dầu) và động vật (mỡ).
- Nhóm thứ hai có nguồn gốc dầu mỏ : dầu hỏa, dầu nhớt, parafin, vasolin, gazolin, xêrêzin,...

Các loại dầu nhóm thứ nhất dễ bị xà phòng hóa bởi xút (NaOH), tạo thành các muối của axit béo bậc cao (xà phòng) tan được trong nước.

Các loại dầu mỡ nhóm thứ hai không bị xà phòng hóa, nhưng chúng dễ bị nhũ hóa bởi các chất kiềm và cũng có thể tách khỏi bề mặt chi tiết.

Tùy thuộc bản chất dầu mỡ bám trên bề mặt chi tiết ta có thể áp dụng phương pháp tẩy dầu mỡ khác nhau :

- Tẩy dầu mỡ trong dung môi hữu cơ.
- Tẩy dầu mỡ trong dung dịch kiềm và nhũ tương.
- Tẩy dầu mỡ điện hóa.
- Tẩy dầu mỡ siêu âm.

4.2. Tẩy dầu mỡ trong dung môi hữu cơ

Đây là phương pháp cho hiệu quả cao, phù hợp với kỹ nghệ mạ tự động hóa cao. Phương pháp dùng dung môi hữu cơ tẩy dầu mỡ có hiệu quả ở cả hai nhóm dầu mỡ. Dung môi hữu cơ dùng để tẩy dầu mỡ chia làm hai loại :

- Loại cháy được : dầu hỏa, xăng, benzen, toluen,...
- Loại không cháy được : Tricloetylen $\text{CHCl}=\text{CCl}_2$, tetraclorua cacbon CCl_4 , tetracloruaetylen $\text{CCl}_2=\text{CCl}_2$.

Trong trường hợp chi tiết có kích thước bé, số lượng ít, có thể dùng phương pháp thủ công nhúng trực tiếp các chi tiết vào dung môi, đồng thời chải bằng bàn chải kim loại hay bàn chải cước cho sạch

Trong hai loại dung môi ở trên, thường dùng nhất là dung môi hữu cơ không cháy. Tuy nhiên do khan hiếm hóa chất, giá thành cao nên thực tế người ta thường dùng dầu hỏa hay xăng để tẩy dầu mỡ kiểu thủ công.

Chọn dung môi hữu cơ để tẩy dầu mỡ theo một số nguyên tắc sau :

1. Có khả năng tẩy sạch các loại dầu mỡ khác nhau.

2. Không cháy, không nổ.
3. Ổn định trong quá trình gia công.
4. Có nhiệt độ sôi tương đối thấp, nhiệt hóa hơi nhỏ.
5. Độ tan trong nước nhỏ.
6. Giá thành thấp.
7. Dễ phục hồi bằng phương pháp chưng cất đơn giản.

Theo những nguyên tắc trình bày trên thì tricloetylen là dung môi phù hợp nhất, kể đến là tetrachloroetylen. Nhược điểm căn bản của tricloetylen là độc, dưới tác dụng của ánh sáng và nhiệt độ cao (130°C) dung môi này dễ bị phân hủy thành clorua hydro HCl và COCl_2 rất độc.

Tricloetylen có tên thương phẩm : Triclo, Clorylen, Trylen. Nó là dung môi tốt nhất để hòa tan các chất dầu mỡ, không cháy, không nổ, hơi của nó có tỷ trọng lớn gấp 4,5 lần không khí làm cho khó thoát hao hụt trong các thiết bị tẩy dầu mỡ bằng hơi dung môi. Độ tan của nó trong nước cũng nhỏ, nhiệt độ sôi nhỏ (87°C), điều này rất có ích trong việc chưng cất thu hồi lại nó.

Để ngăn ngừa khả năng phân hủy của tricloetylen người ta thường bổ sung vào dung môi các chất ổn định với hàm lượng dưới 1%.

Phương pháp dùng dung môi hữu cơ tẩy dầu mỡ kiểu thủ công. Phương pháp nhúng có kết hợp với chải để loại trừ các chất dầu mỡ động, thực vật cũng như sản phẩm dầu mỡ. Nhúng và chải lần lượt trong 2 - 3 bể, sấy khô. Mỗi bể kéo dài 20 đến 30 giây. Tẩy dầu trong hơi dung môi: Đây là phương pháp hiện đại, thường sử dụng trong xí nghiệp mạ công nghiệp, tự động hóa cao, dùng tẩy các chi tiết phức tạp.

Phương pháp này thực hiện theo 3 giai đoạn :

1. Chi tiết được nhúng trong dung môi nóng.
2. Làm lạnh chi tiết trong dung môi lạnh.
3. Treo chi tiết trong buồng hơi dung môi.

Hơi dung môi tiếp xúc với các chi tiết đã được làm sạch sẽ ngưng tụ trên bề mặt chúng một lớp chất lỏng, hòa tan các chất dầu mỡ còn lại trên bề mặt chi tiết, cuối cùng rửa chi tiết trong bể dung môi ngưng tụ. Toàn bộ quá trình được thực hiện trong một chu trình kín.

Chú ý:

1. Dung môi tricloetylen dùng để tẩy các kim loại như thép, đồng thanh, niken, thép đặc biệt, titan. Không dùng để tẩy dầu mỡ cho các kim loại magiê, nhôm, kẽm và các hợp kim của chúng vì dễ gây phản ứng nổ sau một thời gian tích tụ bụi các kim loại trên tới một số lượng đủ lớn.

Để tẩy dầu mỡ cho các kim loại kẽm, nhôm, magiê và các hợp kim của chúng, thường sử dụng tetracloetylen hay tetraclorua cacbon CCl_4 .

2. Tẩy dầu mỡ bằng dung môi hữu cơ rất có hiệu quả nhưng cần thực hiện trước khi mạ hoặc trước khi sơn, tráng men. Trước khi nhúng vật vào bể mạ cần phải sấy thật khô, loại bỏ toàn bộ dung môi có trên bề mặt chi tiết; tẩy gỉ lại, rửa thật sạch mới nhúng vào bể mạ.

3. Tẩy dầu mỡ bằng siêu âm

Sau khi tẩy dầu mỡ bằng dung môi hữu cơ, đa số các chất dầu mỡ đã bị tẩy sạch, tuy nhiên vẫn có thể còn sót lại một lượng rất nhỏ dầu mỡ phân tán trong các khe, rãnh sâu hoặc những vết dầu bám dính chặt vào bề mặt chi tiết. Để loại bỏ một cách tuyệt đối các vết dầu mỡ này, người ta thường ngâm các chi tiết vào dung môi nóng và khuấy liên tục bằng dòng siêu âm có tần số dao động từ 20 - 40000Hz. Sau khi kiểm tra thấy toàn bộ bề mặt chi tiết đã sạch dầu mỡ thì ngừng lại, sấy khô chi tiết.

4. Tẩy dầu mỡ bằng dung dịch kiềm

Sự loại bỏ các chất dầu mỡ, các chất bẩn khác khỏi bề mặt chi tiết bằng dung dịch kiềm dựa trên các quá trình sau :

Quá trình hóa học : Sự xà phòng hóa toàn bộ các chất dầu mỡ có nguồn gốc động, thực vật theo phản ứng :



Dầu mỡ hay este của glixerin và các axit béo bậc cao tác dụng trực tiếp với xút tạo ra muối natri của các axit béo bậc cao và glixerin tan nhanh trong nước.

Quá trình hóa lý : Sự nhũ hóa tất cả các loại dầu mỡ, tức quá trình tạo một hỗn hợp chất lỏng không tan vào nhau (hỗn hợp nhũ tương).

Quá trình cơ học : Sự khuấy trộn các chất lỏng có tác dụng loại bỏ khỏi bề mặt chi tiết các chất bẩn không có nguồn gốc dầu mỡ. Sự chải bề mặt chi tiết trong các dung dịch tẩy rửa cũng là một quá trình cơ học.

Thành phần dung dịch và điều kiện tẩy rửa bề mặt chi tiết được trình bày trong bảng dưới.

Kim loại cần tẩy	Thành phần	Nồng độ m	Nhiệt độ (°Q	Thời gian (phút)
Thép, lớp mạ niken	NaOH Na₂CC>3 Na₃P0₄.12H₂0 Na₂Si0₃	30- 50 30-50 30-50 20-50	85	3-10
Đồng	NaOH Na₂C03 Na₃PC>4.12H₂0 Chất thấm ướt	5 20-30 20-30 0,05-0,1		3-5
Nhôm, thiếc, chì	NaOH Na₃P0₄ Na₂Si03	5-10 7,5 - 10 10 - 12,5	60	3-5
Thau	NaOH Chất thấm ướt	5-10	60-70	3-5

Bảng thành phần dung dịch để tẩy dầu mỡ hóa học cho kim loại

Thành phần dung dịch tẩy dầu mỡ trên kim loại bằng hóa học gồm xút NaOH hay KOH, soda Na₂C03, trinitriphôphát Na₃P04, silicat natri Na₂Si03 và một số chất khác làm tăng tính thấm ướt, tính nhũ hóa.

- Các chất kiềm NaOH hay KOH có tác dụng xà phòng hóa rất mạnh, nhưng tính nhũ hóa các chất khá yếu, lại rất khó rửa sạch chúng. Không dùng các chất kiềm để tẩy các kim loại lưỡng tính như nhôm, kẽm, thiếc và hợp kim của chúng.

- Các chất soda Na₂CC>3 hay K₂CO₃ tính xà phòng hóa yếu hơn xút nhưng tác dụng nhũ hóa và thấm ướt các loại dầu khoáng tốt hơn; dễ rửa sạch và chúng ít có khả năng làm hư hỏng các kim loại nhẹ.

- Trinatriphosphat Na_3PO_4 có tính thấm ướt và nhũ hóa tốt, dễ rửa sạch, rất thích hợp để tẩy dầu mỡ các kim loại nhẹ.

- Natri silicat (thủy tinh lỏng) Na_2SiO_3 có tính nhũ hóa tốt, dễ rửa. Không được dùng nó để tẩy dầu điện hóa anốt.

- Người ta có thể dùng các hợp chất tổng hợp (ví dụ lauril sulíat natri) như những chất phụ gia để nhũ hóa và thấm ướt. Xà phòng cũng là chất thấm ướt và nhũ hóa, nhưng hiếm được sử dụng vì trong nước cứng chúng dễ dàng tạo với Mg^{2+} và Ca^{2+} thành những hợp chất khó tan.

Ghi chú : Để tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình xà phòng hóa, nhũ hóa các loại dầu mỡ, cần phải đun nóng dung dịch lên $70 - 90^\circ\text{C}$, đôi khi tiến hành ở nhiệt độ sôi, vì trong điều kiện đó chuyển động của chất lỏng góp phần nâng cao hiệu quả tẩy rửa.

4.3. Tẩy dầu điện hóa

Tẩy dầu điện hóa thường tiến hành sau khi tẩy dầu hóa học.

Tẩy dầu điện hóa được thực hiện trong các dung dịch kiềm.

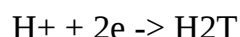
Có thể tiến hành theo 3 cách :

- Tẩy dầu anốt.

-Tẩy dầu catốt.

Tẩy dầu hỗn hợp.

a. *Tẩy dầu catốt* : Đối tượng tẩy dầu nối với cực âm nguồn điện một chiều, còn cực dương nối với tấm thép không gỉ hoặc tấm thép mạ niken, hoặc chính thành bể điện phân bằng thép. Trên bề mặt chi tiết (catốt) có sự phóng điện của H^+ và thoát khí H_2 mạnh :

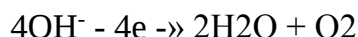


Sự thoát khí hydro mạnh trên bề mặt chi tiết có tác dụng phá hủy các màng dầu mỡ, đẩy chúng rời khỏi bề mặt chi tiết. Khí hydro thoát mạnh có tác dụng khuấy trộn, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình xà phòng hóa, nhũ hóa.

Do sự phóng điện của ion H^+ nên không gian quanh bề mặt chi tiết nồng độ H^+ giảm xuống, pH dung dịch tăng lên tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình nhũ hóa, xà phòng hóa dầu mỡ tại đó.

b. *Tẩy dầu mờ anốt* : Chi tiết tẩy dầu nối với cực dương nguồn điện một chiều, còn cực âm là tấm thép không gỉ hay tấm thép mạ niken và cũng có thể chính là thành bể

điện phân bằng thép. Trên bề mặt chi tiết (anôt) có sự phóng điện của OH⁻ và thoát oxy rất mạnh :



Sự thoát oxy mạnh có tác dụng phá hủy màng dầu mỡ bám trên bề mặt tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình xà phòng hóa, nhũ hóa chúng.

c. *Tẩy dầu mờ hỗn hợp* : Thoạt đầu có thể tiến hành tẩy dầu mờ anôt, sau một thời gian, ví dụ sau 2 phút, lại đổi chiều dòng điện để tẩy dầu catôt 2 phút. Thực tế đã chứng tỏ tẩy dầu mờ điện hóa hỗn hợp làm tăng hiệu quả của quá trình.

d. *Thành phần dung dịch tẩy dầu điện hóa và điều kiện tiến hành được trình bày trong bảng dưới.*

Thành phần hóa chất (% khối lượng)	Thép	Đồng và hợp kim	H ợp ki	Niken	Nhôm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
NaOH	10 - 20	1	...	10 - 20	5-10
Na ₃ PO ₄	25-50	25-30	45		10 - 12
Na ₂ CO ₃	-	25-30	-	15-30	20-23
Nhiệt độ (°C)	70 - 80	50-70	50-	70 - 80	50 - 60

Dung dịch để tẩy dầu điện hóa tương tự như dung dịch tẩy dầu hóa học.

-Vai trò của chất nhũ hóa là duy trì lâu nhất trong lòng chất lỏng các giọt dầu mỡ phân tán cao đã tách ra từ bề mặt chi tiết, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình xà phòng hóa các giọt dầu mỡ động, thực vật bằng kiềm có mặt trong dung dịch

-Vai trò chất thấm ướt làm giảm sức căng bề mặt, tạo thuận lợi cho các bọt khí H₂ hay O₂ thoát ra dễ dàng, đồng thời với sự thoát H₂ hay O₂ tạo một lớp bọt trên bề mặt dung dịch, ngăn cản việc bắn các giọt điện phân ra ngoài.

- Tẩy dầu mờ điện hóa có ưu điểm hơn tẩy dầu mờ hóa học trong dung dịch kiềm; tốc độ nhanh, hiệu quả cao.

- Dung dịch natri xyanua NaCN hay kali xyanua KCN cũng được dùng để tẩy dầu mờ điện hóa hay hóa học rất hiệu quả, nhưng do tính độc hại nên ít được dùng. Kiểm tra chi tiết sau khi tẩy dầu mờ : Bề mặt chi tiết thấm ướt đều 100%, tức trên khắp bề mặt chi tiết ướt đều, không có khoảng trống nào, cũng không có giọt chất lỏng nào đọng lại. Chất lượng tẩy dầu mờ như thế là đạt. Nếu trên bề mặt chi tiết xuất hiện khoảng trống

không thấm ướt, còn một số giọt chất lỏng đọng lại ở một số vị trí thì cần phải tiến hành tẩy dầu mỡ lại.

- Đối với một số kim loại dễ tan như nhôm (Al), kẽm (Zn) và hợp kim đồng, các chi tiết hàn thiếc không nên tẩy dầu anốt, mà chỉ tẩy dầu catôt.

* *Thiết bị dùng để tẩy dầu mỡ* : Tẩy dầu mỡ được thực hiện trong các bể bằng thép dày. Một cực của nguồn điện nối với chi tiết nhúng ngập trong bể điện phân. Một cực là thành bể. Nếu bể được lót nhựa PVC, thì cực thứ hai là tấm thép hoặc thép mạ niken dày.

Mật độ dòng IK khoảng 3 - 15A/dm². Điện thế làm việc khoảng 6 - 12V. Nếu trên catôt (chi tiết) sự thoát khí H₂ yếu thì cần phải tăng mật độ dòng IK > bằng cách giảm bớt số chi tiết tẩy dầu xuống.

Sự thoát khí hydro, bên cạnh các mặt tích cực, cần phải đề phòng sự thấm khí H₂ vào kim loại chi tiết, gây hiện tượng "gìon hydro", làm giảm chất lượng sản phẩm. Sự thấm hydro sẽ càng giảm nếu dùng mật độ dòng catôt càng cao và thời gian tẩy dầu catôt càng rút ngắn. Thông thường thời gian này không quá 5 phút, ở mật độ dòng IK trong khoảng 10A/dm² đến 15A/dm², tiến hành ở nhiệt độ bình thường; nếu tiến hành ở 70 - 80°C thì thời gian tẩy dầu catôt sẽ rút ngắn hơn.

4.4. Tẩy dầu mỡ thủ công

Trường hợp số lượng chi tiết ít hoặc chi tiết có kích thước quá lớn, người ta có thể tiến hành tẩy dầu mỡ thủ công.

Dùng vôi bột (CaO) khô, rây mịn, loại bỏ cát hay bụi kim loại, cho vào một chậu nhựa rồi dùng giẻ khô, bàn chải cước hoặc thau thấm vôi bột khô xát kỹ, đều khắp làm cho bề mặt chi tiết sạch sáng đồng nhất. Ta có thể thử độ thấm ướt của toàn bộ bề mặt, nếu chưa đạt cần phải lau khô, dùng vôi bột chải lại kỹ những vị trí còn chưa thấm ướt hoặc tẩy lại chi tiết trong dung dịch kiềm hay dung môi hữu cơ.

Nếu có hỗn hợp dolomit (MgO.CaO) thay cho vôi bột khô càng tốt.

5. TẨY GI

5.1. Tẩy gỉ hóa học

Đối tượng đem mạ điện thường tích tụ trên bề mặt chúng các sản phẩm ăn mòn, có khi mắt không nhìn thấy được. Các sản phẩm ăn mòn thường thấy nhất là oxit kim loại hoặc các loại muối bazơ của các kim loại đó. Để tẩy sạch các sản phẩm ăn mòn khỏi bề mặt chi tiết có thể dùng phương pháp hóa học hay điện hóa học.

Chọn phương pháp, thành phần dung dịch để tẩy gỉ tùy thuộc vào kim loại nền, tính chất và độ dày lớp sản phẩm ăn mòn.

Đối tượng đem tẩy gỉ phải được tẩy dầu mỡ trước và rửa kỹ.

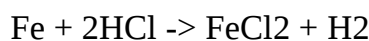
Ưu điểm của phương pháp tẩy gỉ hóa học hay điện hóa học :

- Giá thành rẻ hơn các phương pháp khác.
- Kim loại ít bị hao hụt so với phương pháp cơ khí, phun cát.
- Độ bằng phẳng cao hơn phương pháp cơ khí.

Nhược điểm của phương pháp tẩy gỉ hóa học hay điện hóa học :

- Giảm độ bền kim loại do hiện tượng "giòn hydro".
- Quá trình tẩy gỉ có sử dụng một số hóa chất gây ô nhiễm môi trường, hại sức khỏe.

Dùng dung dịch axit để hòa tan các sản phẩm ăn mòn trên bề mặt chi tiết. Sản phẩm phản ứng phải hòa tan tốt trong dung dịch tẩy gỉ. Tuy nhiên, trong nhiều dung dịch tẩy gỉ, ngoài sự hòa tan sản phẩm ăn mòn, còn có thể hòa tan cả kim loại bên trong lớp gỉ. Ví dụ tẩy gỉ cho thép bằng dung dịch axit H₂SO₄ 10% hay dung dịch axit HCl 10%, có hiện tượng hòa tan sắt kèm theo sự thoát khí hydro :



Hydro thoát ra có một phần thấm sâu vào tinh thể thép, gây "giòn hydro", giảm tính bền cơ học của thép. Để giảm khả năng hòa tan kim loại nguyên chất, ta cần thêm vào dung dịch axit H₂SO₄ hay HCl các chất ức chế, có tác dụng kìm hãm phản ứng hòa tan kim loại nguyên chất.

** Dung dịch dùng tẩy gỉ hóa học*

- Axit sulfuric 96 - 98%, sánh như dầu, tan trong nước phát nhiệt mạnh (chú ý chỉ có thể rót từ từ axit H₂SO₄ đậm đặc vào nước, khuấy đều, không được làm ngược lại, nổ nguy hiểm), $d = 1,84\text{g/cm}^3$.

- Axit H_2SO_4 không bay hơi, sôi ở nhiệt độ cao. Dung dịch H_2SO_4 10% dùng để tẩy gỉ cho đồng (Cu), thép, đồng thau, hợp kim kẽm. Axit H_2SO_4 đậm đặc thực tế không hòa tan sắt, thép. Axit H_2SO_4 đậm đặc và nóng hòa tan đồng, thau, bạc (Ag).

Trong thực tế, người ta dùng dung dịch H_2SO_4 10% để tẩy gỉ hơn là dung dịch HCl vì giá thành rẻ, không bay hơi, ít gây ô nhiễm, ít hao hụt khi sử dụng, có thể dùng ở nhiệt độ thường hay đun nóng nhẹ ở 40°C .

Nhược điểm của dung dịch H_2SO_4 là gây giòn hydro cho sắt, thép, gang hơn axit HCl , bề mặt chi tiết kém bằng phẳng hơn so với sử dụng axit HCl để tẩy gỉ.

Axit H_2SO_4 thường được sử dụng trong hỗn hợp với axit nitric HNO_3 trong quá trình tẩy gỉ cho đồng và hợp kim đồng. Nồng độ mỗi axit phụ thuộc vào bản chất kim loại tẩy gỉ và tốc độ tẩy gỉ. Axit HNO_3 táng nhanh tốc độ tẩy gỉ. Tốc độ tẩy gỉ của axit H_2SO_4 sẽ giảm xuống nếu ta thêm vào dung dịch sunfat sắt FeSO_4 hoặc dung dịch nitrat sắt $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$. Sự thêm dung dịch oxit crôm CrO_3 vào dung dịch H_2SO_4 có tác dụng tương tự như sự thêm axit HNO_3 .

Sự thêm oxit crôm CrO_3 hay các muối crômát cũng như thêm axit phosphoric H_3PO_4 vào dung dịch axit H_2SO_4 tẩy gỉ, thường tạo trên bề mặt chi tiết màng mỏng khó tẩy. Vì thế việc sử dụng các hợp chất này vào quá trình tẩy gỉ cho thép, sắt, gang cần hạn chế.

- Axit clohydric HCl

Dung dịch HCl 10% thường được sử dụng để tẩy gỉ cho sắt, gang, thép ngay ở nhiệt độ thường. Ưu điểm của dung dịch HCl là tẩy gỉ mạnh, bề mặt chi tiết tương đối bằng phẳng. Nhược điểm là giá thành cao hơn axit H_2SO_4 . Axit HCl dễ bay hơi, ô nhiễm môi trường, phá hủy dần các kim loại hoặc hợp kim có trong môi trường làm việc. Chất ức chế thường được sử dụng trong dung dịch axit HCl là urotropin 7 g/l. Axit HCl thương phẩm là dung dịch 36%, $d = 1,18\text{g/cm}^3$, có màu hơi vàng (axit HCl thật tốt không có màu), bốc khói trắng mạnh trong không khí.

- Axit flohydric HF . Dung dịch axit flohydric chứa 40% trọng lượng H_2F_2 .

Do tính độc nên chỉ được sử dụng trong những trường hợp đặc biệt, nhất là để tẩy gỉ các sản phẩm gang đúc, tẩy xóa những vụn cát còn bám dính trên bề mặt chi tiết, đặc biệt là ở những chỗ kín, đáy khe, rãnh mà phương pháp cơ khí không có khả năng.

Axit H₂F₂ CÓ thể được sử dụng ở dạng dung dịch 5% hay dạng hỗn hợp 5% axit H₂F₂ và 10 - 20% dung dịch axit HCl.

- Axit citric C₆H₈O₇ : Dùng chủ yếu để tẩy gỉ cho các thiết bị lò hơi. Nó thường được dùng ở dạng dung dịch 1,5 - 3%. pH dao động trong khoảng 3,5 - 4. Tiến hành tẩy gỉ ở gần nhiệt độ sôi của dung dịch. Bề mặt chi tiết sau khi tẩy gỉ có màu sáng bạc và không bị thụ động.

Axit citric thương phẩm là chất kết tinh tương tự như đường kính, vị chua, hòa tan mạnh trong nước, dễ dùng, không độc hại nên dùng đúng cách.

Ngoài axit citric, ta cũng có thể dùng một số axit hữu cơ khác để tẩy gỉ như axit oxalic (COOH-COOH), axit axêtic (CH₃COOH), I axit aminsulbnic (NH₂SO₃H - chất rắn kết tinh, tan trong nước mạnh), axit iloboric (HBF₄) thường dùng tẩy gỉ cho đồng thau.

Dung dịch kiềm : Để tẩy gỉ cho nhôm (Al), hợp kim của nó và trong một số trường hợp đặc biệt cho kẽm (Zn) người ta thường dùng dung dịch 5% NaOH. Tẩy gỉ bằng dung dịch xút 5% cho nhôm, kẽm thường tốt hơn dùng dung dịch axit HCl hay axit H₂SO₄, ngoài tác dụng tẩy gỉ còn kết hợp tẩy dầu mỡ bằng kiềm.

** Phương pháp tiến hành tẩy gỉ*

Các chi tiết đem tẩy gỉ cần phải được tẩy sạch dầu mỡ, rửa kỹ bằng nước nóng rồi nước lạnh, sau đó mới nhúng vào bể tẩy gỉ.

Sau khi kết thúc quá trình tẩy gỉ, chi tiết cần phải rửa sạch, nhằm loại trừ hoàn toàn các gốc axit khỏi bề mặt chi tiết.

Trong trường hợp tẩy gỉ cho thép, gang, sau khi đã rửa kỹ chi tiết cần rửa lại trong các dung dịch kiềm nhẹ như dung dịch soda 5% Na₂CO₃ hay dung dịch trinitriphosphat Na₃PO₄ 5%, sau đó rửa kỹ lại một lần nữa.

Số lần rửa, phương pháp rửa có ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt chi tiết, cần rửa thật sạch, thật nhanh. Trong nhiều trường hợp phải dùng không khí nén dưới áp suất lớn phun nước để tăng nhanh hiệu quả tẩy rửa sau khi tẩy gỉ.

Các yếu tố nhiệt độ, thành phần dung dịch có ảnh hưởng đến quá trình tẩy gỉ. Thường định kỳ bổ sung axit vào bể tẩy gỉ, tránh hiện tượng "giòn hydro", làm giảm tính bền cơ học của chi tiết máy.

Để làm giảm ảnh hưởng của tính "giòn hydro", ngăn ngừa sự ăn mòn bề mặt không đồng đều ta cần phải thêm các chất ức chế vào dung dịch tẩy gỉ.

Các chất ức chế kim hãm tốc độ tan kim loại nền và vì vậy làm giảm đến mức tối thiểu tính "giòn hydro".

Cho đến nay, tác dụng ức chế hòa tan kim loại nền chưa được giải thích sáng tỏ.

Các chất ức chế có thể là hợp chất vô cơ hoặc hữu cơ, ví dụ : thioure $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$, urotropin, gielatin, pentanclorua antimon SbCl_5 , các alcol, phenol,...

5.2. Tẩy gỉ điện hóa

Tẩy gỉ điện hóa với mục đích làm sạch một cách tốt hơn bề mặt thép, đồng, thau trước khi mạ.

- *Tẩy gỉ anốt*: Chi tiết được nhúng vào dung dịch tẩy gỉ và nối với cực dương nguồn điện.

- *Tẩy gỉ catốt*: Chi tiết nối với cực âm nguồn điện.

Trong tẩy gỉ catốt, lớp oxyt kim loại bị tẩy sạch do kết quả thoát khí hydro gây ra. Khí hydro được coi là "khí làm sạch", bởi vì nó khử lớp gỉ ngay trên bề mặt kim loại.

Quá trình tẩy gỉ catốt thường được tiến hành trong dung dịch axit sulfuric H_2SO_4 10%.

Tẩy gỉ catốt không gây ăn mòn kim loại nền. Khuyết điểm cơ bản của tẩy gỉ catốt là hiện tượng "giòn hydro" của thép. Để ngăn ngừa sự thoát hydro ở những chỗ mà lớp oxyt bị loại bỏ, quá trình tẩy gỉ catốt thường tiến hành đồng thời với sự kết tủa của một kim loại khác vào ngay chỗ lớp oxyt bị loại đi. Kim loại kết tủa thường là chì (Pb) hay thiếc (Sn) có quá thế hydro rất cao, do đó phản ứng khử ion H^+ ở những chỗ đó bị hạn chế đến mức thấp nhất và hiện tượng giòn hydro bị hạn chế tới mức tối thiểu. Quá trình tẩy gỉ catốt thường dùng chì hay thiếc làm anốt. Sau khi tẩy gỉ catốt kết thúc, lớp chì, thiếc mỏng trên chi tiết sẽ bị loại bỏ bằng cách nhúng chi tiết trong dung dịch kiềm nóng.

Tẩy gỉ catốt chỉ tiến hành trong trường hợp lớp oxyt trên bề mặt chi tiết mỏng.

Tẩy gỉ anốt dựa trên sự chuyển ion kim loại vào dung dịch và vì thế loại bỏ được lớp gỉ bên ngoài chi tiết.

Khuyết điểm cơ bản của tẩy gỉ anốt là sự tan mạnh của kim loại nguyên chất. Tẩy gỉ anốt thường diễn ra trong dung dịch axit sulfuric H_2SO_4 . Chọn nồng độ axit H_2SO_4 phụ thuộc vào trạng thái bề mặt ban đầu và chất lượng bề mặt chi tiết sau khi tẩy gỉ. Nếu lớp oxyt kim loại mỏng, cần sử dụng nồng độ axit H_2SO_4 cao hơn bình thường. Nồng

độ axit H_2SO_4 đạt 70% trong quá trình tẩy gỉ sẽ đảm bảo không làm mất độ bóng bề mặt kim loại.

Với mục đích mạ niken trên thép, ta có thể sử dụng axit H_2SO_4 với nồng độ 31% để tẩy gỉ anốt.

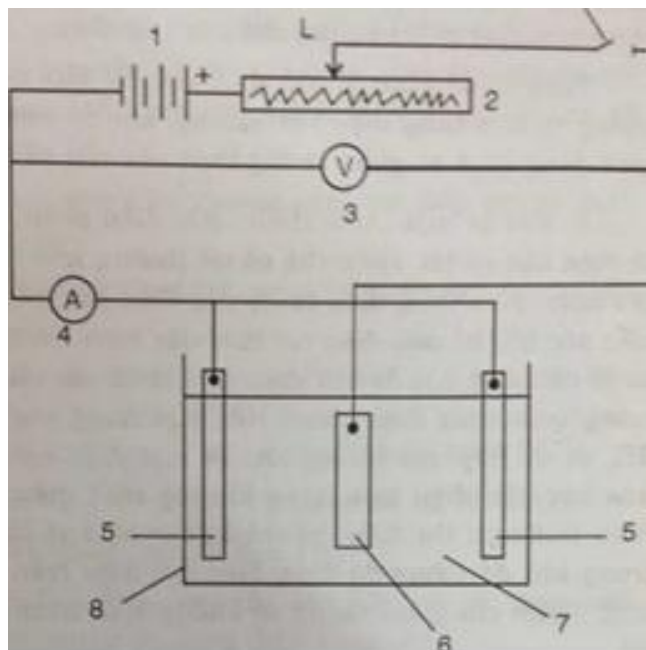
Quá trình tẩy gỉ bằng điện hóa được thực hiện trong các bể bằng thép có lót chì bên trong. Các thanh dẫn điện anốt, catốt được làm bằng đồng thau, có tiết diện đủ lớn, chịu được cường độ dòng điện cao và tải trọng các vật cần tẩy gỉ. Khi tẩy gỉ anốt thì catốt là những tấm chì dẻo, đôi khi dùng thành bể trong bằng chì làm catốt. Nếu cần đun nóng ta dùng ống dẫn xoắn bằng chì đặt dưới đáy bể hay thành bể để dẫn hơi nước.

6. THIẾT BỊ MẠ ĐIỆN PHÂN

Để hiểu và nắm được một số khái niệm, các đại lượng cũng như các thiết bị có liên quan đến quá trình điện phân - mạ, ta dựa vào sơ đồ điện phân (hình 1).

Sơ đồ này là mô hình dùng trong phạm vi nhỏ như phòng thí nghiệm, đồng thời cũng đúng cho quy mô sản xuất lớn.

Sơ đồ hình 1 trình bày quá trình điện phân.



Hình 1: 1. Nguồn điện, 2. Điện trở con chạy R, 3. Vôn kế một chiều, 4. Ampe kế, 5. Anốt, 6. Catốt, 7. Dung dịch điện ly, 8. Bể điện phân.

6.1. Nguồn điện

Nguồn điện sử dụng là nguồn điện một chiều, thường là pin, ac- quy, máy chỉnh lưu. máy phát điện một chiều. Được dùng phổ biến nhất là máy chỉnh lưu. Máy chỉnh lưu có cấp dùng cho quá trình điện phân có điện thế ra 3V, 6V, 12V, 18V, 24V, 30V, 50V. Tùy yêu cầu kỹ thuật cụ thể mà ta chọn điện thế cho phù hợp. Mỗi máy có thể có một số điện thế lấy ra cần thiết cho một số" quy trình sản xuất. Hiện đại hơn người ta sử dụng máy chỉnh lưu vô cấp.

Ví dụ, để mạ niken thường dùng điện thế ra 6V hay 12V; để mạ crôm dùng điện thế 12V; để đánh bóng điện hóa nhôm thường dùng điện thế 12 - 15V.

Để mạ bạc, vàng hay điện phân dung dịch KCl để được clorat kali KClO_3 chỉ cần điện thế dưới 6V là đủ.

Điện thế đo được giữa anôt (+) và catôt (-) là điện thế lúc điện phân, thường gọi điện thế có tải, được chỉ chính xác trên đồng hồ Vôn kế một chiều (3).

6.2. Điện trở R

Điện trở con chạy R (2) chỉ mắc vào các máy chỉnh lưu nhỏ dùng để thí nghiệm hay dùng để mạ những vật nhỏ, không yêu cầu dòng điện lớn. Mỗi biến trở có ghi dòng điện tối đa cho phép, quá giới hạn này biến trở sẽ cháy.

Trên sơ đồ hình 1, khi dịch chuyển kim L từ trái sang phải là chúng ta làm tăng điện trở của hệ, khi đó cường độ dòng điện đọc trên đồng hồ 4 sẽ giảm xuống theo yêu cầu sử dụng.

6.3. Vôn kế một chiều (DC)

Khi điện phân, số chỉ trên vôn kế 3 là điện thế có tải. Điện thế có tải thường nhỏ hơn điện thế thiết kế của máy. Nếu dung dịch có độ dẫn điện cao, các chỗ nối trong mạch tiếp xúc tốt, bề mặt điện cực làm việc bình thường, khoảng cách giữa anôt và catôt hợp lý thì điện thế có tải sẽ nhỏ và ít khi thay đổi trong quá trình điện phân. Nếu một trong các điều kiện trên thay đổi, ví dụ tiếp xúc không tốt, bề mặt điện cực bị bao phủ bởi chát hóa học dẫn điện kém, tăng khoảng cách giữa anôt và catôt không bình thường... thì điện thế chỉ ở đồng hồ 3 sẽ tăng, đôi khi tăng vọt, trong khi đó cường độ dòng điện đọc được trên đồng hồ 4 sẽ chỉ số nhỏ, thậm chí giảm xuống số không, quá trình điện phân sẽ ngừng lại.

Vậy số chỉ ở vôn kế 3 phản ánh quá trình điện phân có bình thường hay không. Vôn kế 3 được dùng phải phù hợp với điện thế thiết kế ở vôn kế một chiều (thường ký hiệu chữ DC). Máy thiết kế 12V ta phải dùng loại vôn kế lớn hơn 12V.

6.4. Ampe kế DC

Ampe kế một chiều DC chỉ chính xác cường độ dòng điện đi qua dung dịch cũng như đi qua các điện cực. Số chỉ dòng điện I trên ampe kế 4 thường nhỏ hơn cường độ dòng thiết kế. Cường độ dòng đọc được trên đồng hồ 4 khi điện phân là dòng điện có tải.

Nếu điện trở chung cho toàn hệ càng nhỏ thì cường độ dòng có tải càng lớn. Nếu điện trở chung giảm xuống, cường độ dòng sẽ tăng; ở trường hợp điện trở chung giảm

xuống số 0 (trường hợp chập mạch), cường độ dòng sẽ lớn vô cùng; cường độ dòng tăng quá lớn, nhất, là tăng đến vô cùng sẽ dẫn đến cháy máy. Khi điện phân phải tuyệt đối tránh hiện tượng chập mạch.

Nếu điện trở chung của hệ tăng đột ngột do tiếp xúc điện không tốt bề mặt điện cực bị che phủ bởi hợp chất hóa học dẫn điện kém, độ dẫn điện của chất điện phân giảm sút... khi đó cường độ có tải I sẽ giảm xuống đột ngột, nhiều lúc giảm đến số 0, quá trình điện phân ngừng lại- Trong khi đó kim vôn kế chỉ số tối đa. Như vậy qua số chỉ trên đồng hồ ampe kế ta biết được quá trình điện phân diễn ra có bình thường hay không.

Các đồng hồ vôn kế, ampe kế thường gắn trực tiếp vào vỏ máy chỉnh lưu vừa gọn, vừa đẹp.

Từ trình bày ở trên, hoạt động của ampe kế phản ánh hoạt động của vôn kế.

Các máy chỉnh lưu, ngoài điện thế thiết kế V còn phải kể đến dòng điện với cường độ dòng thiết kế I. Công suất p của máy chỉnh lưu bằng tích số giữa điện thế ra V và cường độ dòng thiết kế I :

$p = V \cdot I$ (Von . ampe viết tắt là V.A) ở đây là điện thế DC và dòng DC. $1V.A = 1W$.

Vì điện thế ra có" định theo yêu cầu nên khi nói về công suất máy người ta chỉ nói về cường độ dòng điện I của máy.

Máy sử dụng ở phòng thí nghiệm hoặc sản xuất nhỏ để mạ các chi tiết nhỏ, mạ bạc, mạ vàng thường có cường độ dòng 100A - 200A.

Các máy có cường độ dòng từ vài trăm đến 1.000A thường dùng cho các bể mạ trung bình và nhỏ. Các máy có cường độ dòng trên 1.000A đến 5.000A thường dùng cho các bể mạ lớn.

Điện thế vào của máy thường có 2 cấp 110V và 220V để tiện sử dụng khi nguồn điện vào thay đổi.

Máy chỉnh lưu có cường độ dòng điện làm việc lớn nên nóng lên nhanh. Vì vậy, ngoài việc phải sử dụng các nguyên vật liệu tốt để chế tạo máy như lõi thép, dây quấn, điốt... còn cần chú ý đến làm mát máy như vỏ máy phải có cửa thông gió, dùng quạt thông gió điốt phải bảo đảm được dòng cho phép và phải gắn trên tấm tản nhiệt thích hợp...; các dây dẫn điện từ máy đến bề mặt điện phân cần có tiết diện đủ lớn, chịu được cường độ dòng cao; các chỗ nối tiếp điện cần sử dụng ốc, vít xiết chặt; các thanh dẫn

đặt trên bề diện phân cũng cần có kích thước đủ lớn để chịu được cường độ dòng lớn và tải trọng lớn của các vật mạ treo trên đó.

6.5. Anốt

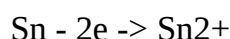
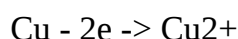
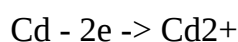
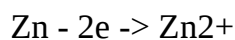
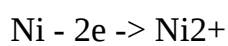
Điện cực nối với cực dương của nguồn điện một chiều là anốt. Trước khi điện phân, anốt cần phải được đánh chải sạch dầu mỡ, lớp gỉ hoặc các hợp chất hóa học khác. Các chỗ nối tiếp điện cần phải bắt chặt, bảo đảm tiếp xúc điện thật tốt. Các thanh tải điện nối với anốt cũng phải đánh sạch, bảo đảm tiếp điện tốt. Anốt mạ điện cần phải treo cao, sao cho chỗ nối với dây dẫn ở trên mặt nước từ 30 - 50 mm\ anốt cũng không được nhúng xuống sát tận đáy bể mạ.

Hai anốt cần đặt cách đều catốt và xa một khoảng thích hợp (do kinh nghiệm cụ thể).

Anốt dùng trong mạ có hai loại : anốt hòa tan và anốt không hòa tan.

Anốt hòa tan được dùng trong các trường hợp mạ niken, mạ đồng, mạ kẽm, mạ cadimi, mạ thiếc, mạ đồng thau,...

Trong quá trình điện phân, anốt hòa tan theo các phản ứng điện cực :

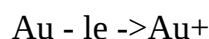


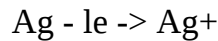
Các cation kim loại tan vào dung dịch điện phân và đi đến catốt Còn các electron hóa trị ở lại trong kim loại anốt, được nguồn điện hút sang catốt theo mạch ngoài.

Phản ứng điện hóa ở anốt là phản ứng oxy hóa (đó là quá trình anốt bị oxy hóa, hòa tan).

Anốt không tan dùng trong trường hợp mạ crôm. Dùng chì dẻo nguyên chất hay chì cộ pha thêm 6% Sb dùng làm anốt không tan trong quá trình mạ erôm. Trong quá trình làm bóng bằng điện hóa nhôm, anốt hóa nhôm; trong các quá trình tẩy gỉ và làm bóng điện hóa khác, chì dẻo cũng được dùng làm anốt không tan.

Trong trường hợp mạ bạc, vàng và các kim loại quý khác có thể dùng anốt hòa tan, khi đó các lá vàng, bạc tinh khiết được dùng làm anốt hòa tan theo phản ứng :





Hoặc cũng có lúc dùng anôt không tan, như than chì, thép không gỉ, lưới bạch kim... Khi điện phân, ở bề mặt anôt không tan cũng diễn ra quá trình oxy hóa nước (H_2O), ion hydroxyl (OH) hoặc Cl^- ...

Khí thoát ra ở anôt trong quá trình điện phân thường thấy chính là O_2 hay Cl_2 ... bay ra.

Anôt hòa tan còn thường dùng trong quá trình điện phân để tinh chế đồng, bạc, vàng...

Khi mạ với anôt hòa tan, anôt cần phải thật tinh khiết, thường phải chuẩn hóa với độ tinh khiết đạt 99,97% - 99,99%. Nếu anôt có lẫn những kim loại khác, khi hòa tan chúng cũng thường bị tan thành ion, làm nhiễm bẩn dung dịch, quá trình mạ bị rối loạn, chất lượng lớp mạ giảm sút.

Trong quá trình mạ, đôi khi bề mặt anôt bị che phủ bởi hợp chất hóa học khó tan, dẫn điện kém, các phản ứng oxy hóa kim loại anôt bị giảm hoặc ngừng lại, lúc đó kim đồng hồ ampe kế giảm xuống, đôi khi chỉ số rất nhỏ. Chất lượng lớp mạ thu được rất xấu. Người ta thường nói anôt bị thụ động hóa. Ta cần ngừng ngay quá trình điện phân tẩy rửa bề mặt anôt cho sạch, sáng, quan trọng hơn cần phải tìm ra nguyên nhân dẫn đến sự thụ động hóa anôt và tìm cách khắc phục.

6.6. Catôt

Điện cực nối với cực âm của nguồn điện một chiều là catôt. Trong mạ điện catôt là vật mạ. Trên bề mặt vật mạ luôn diễn ra phản ứng khử các cation kim loại mạ.

Khi điện phân, khí thoát ra ở catôt là khí hydro. Khi hydro thoát ra trên bề mặt catôt có khả năng thâm sâu vào mạng tinh thể kim loại mạ và kim loại nền, làm giảm độ bền cơ học của kim loại khí H_2 khi gặp nhiệt độ cao giãn nở mạnh gây ra sự nứt, rạn, giòn kim loại. Người ta gọi hiện tượng trên là hiện tượng giòn hydro.

Để kim loại mạ bám chặt vào bề mặt kim loại nền đồng thời cho lớp mạ đồng đều, bóng sáng, đẹp, trước khi mạ ta cần phải gia công cho bề mặt chi tiết bằng phẳng, bóng và sạch các chất dầu mỡ, màng oxyt...

Catôt vật mạ cần phải nhúng ngập vào dung dịch, thường dưới mặt nước từ 8 - 15cm và cách đáy bể mạ khoảng 15cm.

Các chỗ nối phải đảm bảo tiếp diện thật tốt, không để gây ra hiện tượng phóng điện trong chất điện phân (do tiếp xúc kém gây ra). Tuyệt đối không được chạm trực tiếp giữa catốt và anốt khi đã nối mạch điện.

6.7. Dung dịch chất điện phân

Dung dịch chất điện phân dùng để mạ thường có 2 phần :

- Thành phần cơ bản gồm muối hoặc hợp chất chứa ion của kim loại mạ và một số hóa chất thiết yếu khác, nếu thiếu những hóa chất này thì dung dịch không thể dùng để mạ được.

- Thành phần thứ hai bao gồm các chất phụ gia như

+ Chất làm bóng lớp mạ.

+ Chất đệm để giữ cho pH dung dịch ổn định.

+ Chất làm giảm sức căng nội, đảm bảo lớp mạ dẻo, không giòn, không bong nứt.

+ Chất san bằng, đảm bảo cho lớp mạ đồng đều hơn.

+ Chất hoạt động bề mặt nhằm giảm sức căng bề mặt, làm bọt khí H₂ thoát nhanh, giảm hiện tượng giòn hydro và hiện tượng "chàm kim",

+ Chất làm tăng độ dẫn điện làm cho lớp mạ được đồng đều hơn,

+ Chất chống thụ động hóa anốt nhằm ổn định dung dịch mạ.

Không phải dung dịch mạ nào cũng đòi hỏi một lúc có đồng thời các loại phụ gia đã nêu ở trên. Đôi khi một chất phụ gia đóng vai trò một hay nhiều chức năng. Việc sử dụng chất phụ gia về định tính, định lượng sao cho lớp mạ có chất lượng cao theo yêu cầu là công lao của hàng vạn, thậm chí hàng triệu người, qua nhiều thế hệ trong lĩnh vực kỹ thuật mạ điện (electroplating).

Một số đặc điểm của dung dịch mạ điện :

Dung dịch mạ điện cần phải có độ dẫn điện cao. Độ dẫn điện cao của dung dịch không những chỉ giảm được tổn thất điện trong quá trình điện phân mà còn làm cho lớp mạ thu được đồng đều hơn.

Mỗi dung dịch cho lớp mạ có chất lượng trong một khoảng pH xác định, ví dụ mạ niken pH = 4,5 - 5,5; mạ kẽm trong dung dịch amoni clorua pH = 4,5 - 5,5; mạ kẽm trong dung dịch axit, pH = 3,5 - 4,0; mạ vàng axit ở pH = 6; mạ vàng trong dung dịch xyanua pH = 10,5 - 11,5...

Mỗi dung dịch mạ cho lớp mạ có chất lượng cao trong một khoảng nhiệt độ nhất định.

Nhìn chung, khi điện phân nhiệt độ dung dịch không bao giờ quá nhiệt độ sôi của dung dịch.

- Mỗi dung dịch mạ có một khoảng mật độ dòng catốt thích hợp.

+ Mạ niken, mật độ dòng catốt

+ Mạ bạc, mạ vàng,

+ Mạ đồng trong dung dịch axit,

+ Mạ kẽm trong dung dịch axit nhẹ, + Mạ crôm,

- Dung dịch mạ chứa muối phức của một kim loại thường cho lớp mạ có chất lượng tốt hơn lớp mạ của chính kim loại này thu được từ muối đơn.

Lớp mạ kẽm thu được từ dung dịch $\text{Zn}(\text{CN})_4^{2-}$ hoặc $\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ thường có cấu tạo tinh thể mịn hạt, lớp mạ phân bố đồng đều hơn lớp mạ thu được từ dung dịch ZnSO_4 .

Cũng tương tự, lớp mạ đồng thu được từ dung dịch $\text{Cu}(\text{CN})_3^-$ tốt hơn lớp mạ đồng thu được từ dung dịch CuSO_4 ...

6.8. Bể điện phân

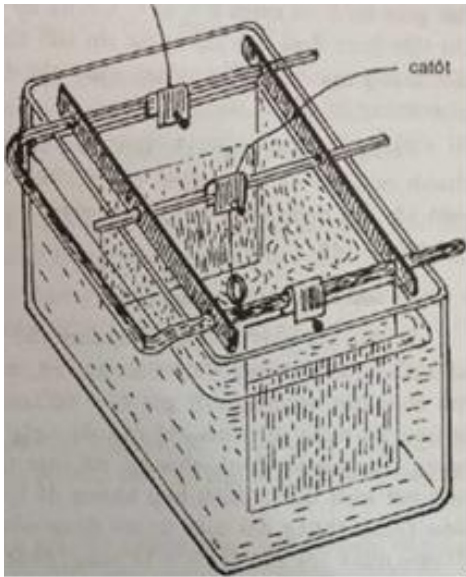
Bể điện phân được làm từ vật liệu cách điện, bền hóa học, bền nhiệt; mạ nhỏ có thể dùng cốc thủy tinh, thùng nhựa, vại sành, sứ làm bể điện phân. Nếu bể mạ lớn cần gia công bằng thép dày 6 - 8mm, thành bể và mặt trong bể lót bằng chất dẻo có độ bền hóa học, bền nhiệt. Lớp chất dẻo lót (thường gọi là bể mạ trong) cần phải tuyệt đối kín, nước không thấm qua được. Mặt ngoài nên sơn nhiều lớp sơn chống gỉ. Bể mạ làm từ composit cũng khá thịnh hành.

Bể mạ tĩnh thường có dạng khối chữ nhật, điều này cũng giúp cho lớp mạ được phân bố đều hơn bể có hình dạng khác (hình 2).

Nhiều bể điện phân dùng tẩy gỉ, làm bóng điện hóa, tẩy dầu điện hóa anốt hóa nhôm; bể mạ crôm có thể được chế tạo từ chì hoặc bể thép lót chì dẻo.

6.9. Khuấy trộn dung dịch

Quá trình điện phân, có nhiều trường hợp cần khuấy trộn dung dịch. Sự khuấy dung dịch giúp nâng cao mật độ dòng catốt IK , tăng tốc độ mạ. Sự khuấy có thể thực hiện bằng motor điện có gắn cánh khuấy bằng inox hoặc thực hiện bằng không khí nén sau khi đã lọc sạch bụi cát, dầu mỡ, hóa chất có lẫn trong không khí.

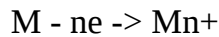


7. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ MẠ

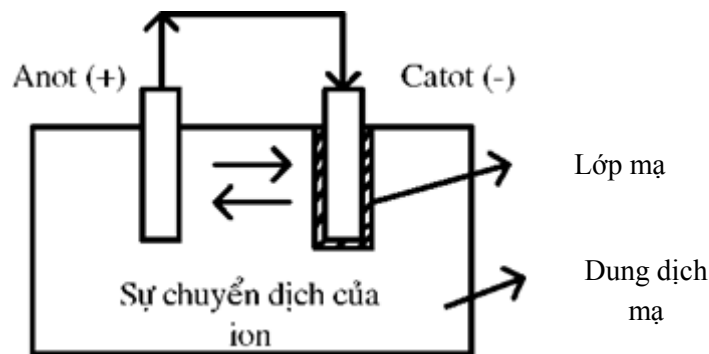
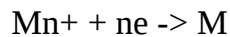
7.1. Khái niệm quy trình mạ điện

Mạ điện là một công nghệ điện phân tạo ra lớp phủ lên bề mặt vật cần mạ. Quá trình tổng quát:

- Trên anot xảy ra quá trình hòa tan (oxy hóa) kim loại anot:



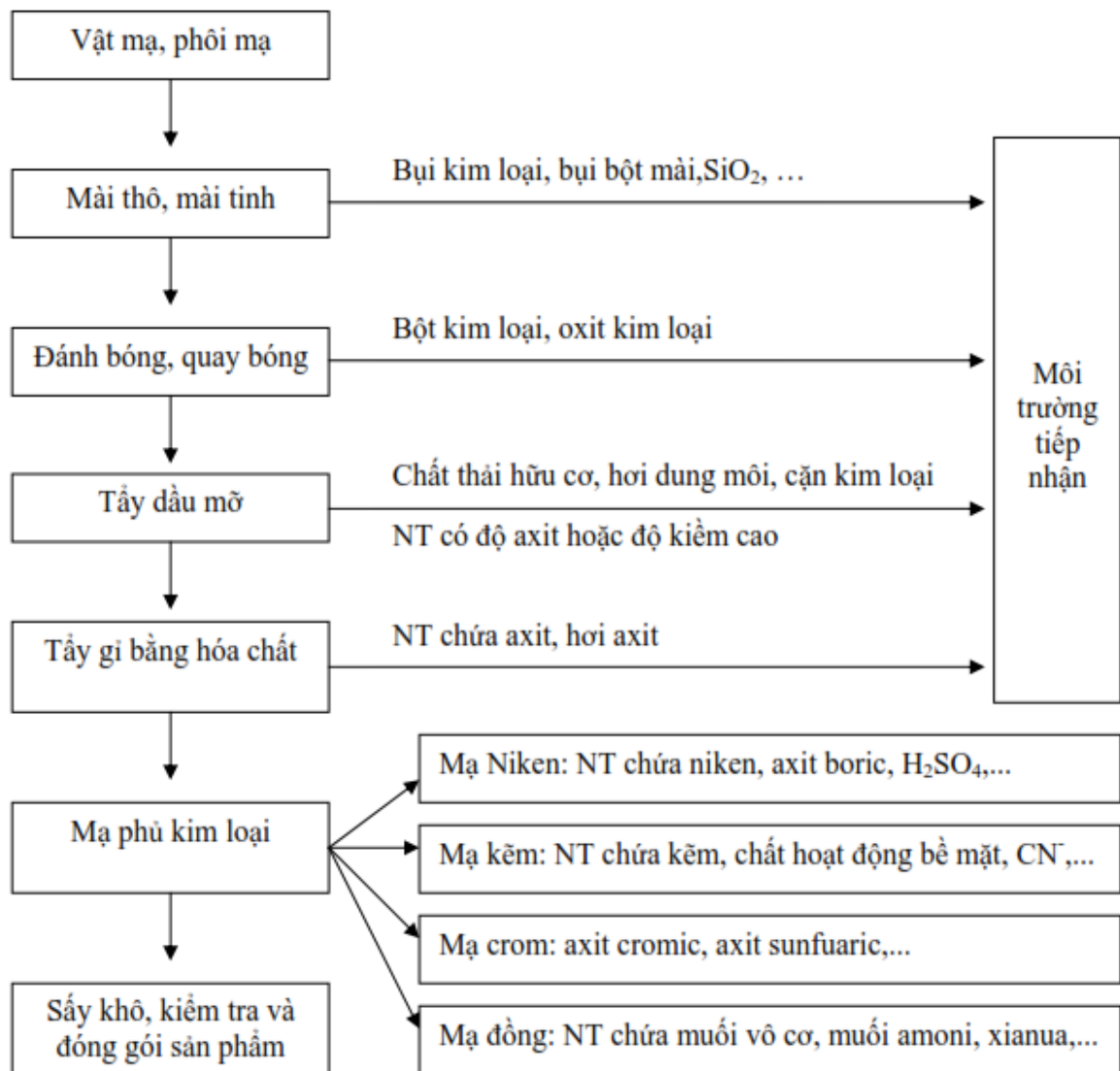
- Trên catot cation phóng điện thành nguyên tử kim loại mạ:



Hình 1.1. Sơ đồ nguyên lý quá trình mạ

Mạ điện là một trong những phương pháp bảo vệ kim loại khỏi bị ăn mòn rất hiệu quả trong các môi trường xâm thực mạnh và trong khí quyển. Mạ điện còn có giá trị trang sức cao, bền và rẻ. Trong mạ điện, yếu tố quan trọng nhất không phải là tiết kiệm năng lượng, tăng hiệu suất mà là vấn đề chất lượng lớp mạ. Vì vậy thành phần dung dịch đầu vào, điều kiện điện phân là cần thiết để đảm bảo lớp mạ bám chắc vào kim loại nền. Quá trình gia công bề mặt đóng vai trò quan trọng góp phần đảm bảo lớp mạ được bền, đẹp. Có nhiều cách làm sạch bề mặt vật mạ như: mài, đánh bóng, quay bóng, xóc bóng, chải, phun tia cát hoặc tia nước dưới áp suất cao, tẩy dầu mỡ, tẩy gỉ điện hóa hoặc hóa học. Sau khi làm sạch bề mặt, vật mạ có thể được mạ bằng nhiều phương pháp khác nhau như mạ crom, mạ đồng, mạ kẽm, mạ niken

Sơ đồ quy trình mạ điện thông thường:



Trước khi mạ, bề mặt cần phải bằng phẳng, sắc nét, bóng và tuyệt đối sạch các chất dầu mỡ, màng oxit, như vậy lớp mạ mới có độ bám tốt, không xước, không sần sùi, bóng sáng đều và đồng nhất.

Để sản phẩm có được lớp mạ sáng bóng, trước khi đem phôi đi mạ phủ kim loại thì cần phải qua các công đoạn gia công bề mặt như: mài thô, mài tinh, đánh bóng, quay bóng, tẩy dầu mỡ, tẩy gỉ.

- Đánh bóng, Quay bóng ướt: khi quay bóng tạo ra bột kim loại, axit sunfuaric và các chất hoạt động bề mặt. Các chất này bị cuốn trôi và hòa tan vào nước nên nước thải ra chứa axit, cặn kim loại.

- Tẩy dầu mỡ: Thường sử dụng kiềm hoặc dùng chất tẩy rửa kim loại (Na_2CO_3 , NaOH , Na_3PO_4 , Na_2SiO_2 ...).

- Tẩy gỉ: Dùng Dung dịch axit (HCl , H_2SO_4) và nước rửa.
- Mạ phủ kim loại
- Sấy khô sản phẩm mạ.

7.2. Quy trình mạ kẽm

Hiện nay, gần một nửa sản lượng kẽm trên thế giới được dùng vào việc bảo vệ sắt thép trước một “kẻ thù” hung ác nhất - sự han rỉ và ăn mòn đã nuốt mất hàng chục triệu tấn sắt thép mỗi năm. Các quốc gia buộc phải tốn chi phí rất lớn cho công tác chống ăn mòn kim loại của các công trình. Ở các nước công nghiệp phát triển, chi phí này chiếm bình quân khoảng 4% GDP hàng năm của quốc gia.

Ở nước ta, chi phí cho bảo vệ chống ăn mòn còn rất thấp. Biện pháp chống ăn mòn phổ biến, cổ điển là dùng sơn chống rỉ để tạo một lớp màng cách ly kim loại với môi trường. Tuy nhiên lớp bảo vệ này chỉ phát huy tác dụng trong vài năm nên các sản phẩm, các công trình phải nâng cấp và bảo dưỡng thường xuyên. Phương pháp này tuy chỉ mất ít chi phí ban đầu nhưng hiệu quả và thời gian sử dụng lại ngắn hơn phương pháp mạ kẽm.

Lớp mạ kẽm đóng vai trò là lớp màng thụ động bảo vệ kim loại khá hiệu quả. Khi bề mặt lớp mạ kẽm bị xước thì các phân tử kẽm sẵn sàng tham gia vào quá trình chống ăn mòn điện hóa, bảo vệ cho kim loại không bị xâm thực bởi các yếu tố môi trường.

Mạ kẽm được áp dụng chủ yếu trong xây dựng, đường dây tải điện, đường sắt, các thiết bị công trình đặt ngoài trời. Với phương pháp mạ điện, lớp mạ kẽm thường có chiều dày từ 5- 30 μm . Trong điều kiện không khí ẩm thì lớp mạ sẽ bị mờ, xám nhưng chất lượng bảo vệ của nó vẫn không đổi.

Phân loại các loại mạ kẽm theo nền hóa chất sử dụng ta có:

a. Mạ kẽm trong dung dịch axit

Công nghệ mạ kẽm axit đơn giản, tiết kiệm. Dung dịch axit để mạ kẽm thường là dung dịch sunfat, dung dịch ít được sử dụng hơn là dung dịch clorua và dung dịch iloborat. Ngoài ra còn có thêm các chất phụ gia dẫn điện, tạo bóng, chất hoạt động bề mặt.

Đặc điểm chung của các dung dịch này là :

- Kẽm tồn tại dưới dạng ion đơn đã hydrat hóa, cho độ phân cực bé khi phóng điện, dung dịch ổn định, hiệu suất dòng điện cao 96-98%.
- Độ bao phủ và khả năng phân bố kim loại đều
- Bề mặt kim loại sau khi mạ bằng phẳng, sáng bóng, lớp mạ ít bị giòn.
- Thích hợp cho mạ quay, mạ treo, hay áp dụng phương pháp này để mạ sắt, thép có dạng dây, băng, tấm ...

Phương pháp này được áp dụng chủ yếu mạ thép (tôn), vì có khả năng chống oxy hóa cao nên thép mạ kẽm có thời gian sử dụng lâu và được áp dụng trong công nghiệp sản xuất ô tô, phụ tùng ngành điện, xây dựng.



Hình . Sản phẩm tôn mạ kẽm

b. Mạ kẽm trong dung dịch sunfat:

Cấu tử chính của dung dịch này là $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ nồng độ 200 - 300 g/l, nếu nồng độ trong khoảng từ 400 - 700 g/l thì phải khuấy bằng khí nén trong quá trình mạ. Phương pháp này cho lớp mạ thô, sự phân cực bé. Vì vậy để khắc phục các nhược điểm này, trong quá trình mạ thường cho thêm các chất phụ gia như [2]:

Chất dẫn điện: sử dụng các chất có cùng anion: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, Na_2SO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

...

Chất hoạt động bề mặt: bề mặt kẽm trong dung dịch axit tích điện âm nên các chất hoạt động bề mặt phải dùng loại cation như dextrin, glucoza, polyacrylamit. Chất tạo bóng: 2,6-2,7-disunfonaphtalat, chất DSU, và U-2...

Phương pháp mạ này áp dụng với vật liệu đơn giản dạng băng, tấm, ... tốc độ mạ cao, hiệu suất dòng điện lớn, lớp mạ ít bị giòn hidro, dung dịch đơn giản, không độc.

c. Mạ kẽm trong dung dịch phức

Dung dịch phức thường có môi trường kiềm hay trung tính như dung dịch xyanua, amoniacat, zincat, pyrophotphat.

Đặc điểm chung của nhóm dung dịch này là kẽm nằm dưới dạng ion phức, độ phân cực lớn, khả năng tán xạ cao hơn dung dịch axit nhưng hiệu suất dòng điện thấp 70-75% và rất độc. Sản phẩm mạ có lớp mạ mịn, khả năng phân bố tốt nên mạ được cho các vật có hình thù phức tạp, thích hợp cho mạ quay, mạ tĩnh và mạ bóng.

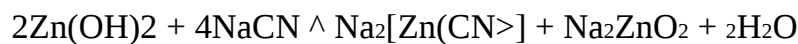


Hình. Sản phẩm mạ kẽm kiềm

Khuyết điểm chung của nhóm dung dịch này là làm việc ít ổn định, mật độ dòng điện bé.

- Mạ kẽm trong dung dịch phức xyanua:

Thành phần chính của dung dịch chứa hai muối phức $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4]$ và Na_2ZnO_2 . Các muối phức sinh ra khi cho kẽm hydroxit tác dụng với natri xyanua:



Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng lớp mạ như sau:

- Tỷ lệ $[\text{NaCN}] : [\text{NaOH}]$ trước và sau phản ứng quá lớn hoặc quá nhỏ có thể gây ra hiện tượng cacbonat hóa và để lại kết quả sau:

- + Hiệu suất dòng điện giảm.

- + Giảm chất lượng lớp mạ.

- + Thoát khí độc HCN.

- Chế độ điện phân:

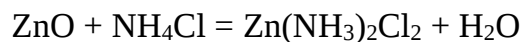
- + Nhiệt độ cao trên 40°C sinh nhiều khí HCN độc hại.

- + Mật độ dòng điện cao trên 5 A/dm^2 sẽ làm hiệu suất dòng điện giảm.

Để tạo bề mặt bóng cho sản phẩm người ta cho thêm chất tạo bóng vào dung dịch. Chất bóng thường là chất hữu cơ như glycerin... [2,6]

d. Mạ kẽm trong dung dịch amoniacat:

Thành phần dung dịch chủ yếu là $[Zn(NH_3)_n(H_2O)_m]^{2+}$, dung dịch này ít độc, có sự phân ly rất yếu.



Ngoài ra để ổn định pH thường sử dụng các dung dịch đệm H_3BO_3 , $NaCH_3COO$ và các chất hoạt động bề mặt như keo, giêlatin....

Phương pháp này dùng để mạ các chi tiết mạ trong bể quay.

e. Thụ động hóa lớp mạ kẽm:

Trong công nghiệp mạ kẽm thụ động hóa lớp mạ để tạo độ bóng, tạo màu và làm cho độ bền của lớp mạ kẽm tăng lên. Các dung dịch thụ động thường chứa muối crom, cromat và các loại axit khác. Trong số đó, phương pháp thụ động bằng Cr^{3+} được coi là công nghệ thân thiện với môi trường và được sử dụng rộng rãi tại các nước G7. Các sản phẩm xuất khẩu sang các nước G7 thường được yêu cầu sử dụng công nghệ này, sản phẩm không chứa Cr^{6+} .

Đối tượng được nghiên cứu là công ty Cổ phần công nghệ bề mặt đặt tại lô A, cụm công nghiệp thị trấn Phùng, huyện Đan Phượng, Hà Nội. Mặt bằng sản xuất rộng $1.000 m^2$, môi trường làm việc thông thoáng, cơ sở hạ tầng tốt, thuận tiện đi lại. Công ty chuyên về các sản phẩm dịch vụ công nghiệp xử lý bề mặt kim loại phục vụ cho nhu cầu sử dụng trong và ngoài nước với công suất khoảng 200 tấn/năm. Sản phẩm của công ty chủ yếu là các lớp mạ kẽm bảo vệ trang trí. Công ty đã đầu tư đổi mới công nghệ mạ kẽm kiềm và thụ động. Tuy nhiên nước thải vẫn chứa nhiều loại ion khác nhau và có những ảnh hưởng nhất định tới môi trường nếu không được xử lý.

7.3. Quy trình mạ Crôm – Nikel

a. Xử lý làm sạch bề mặt kim loại trước khi mạ

Chuẩn bị bề mặt trước khi mạ là công việc tốn kém, vất vả, nhưng không thể bỏ qua, vì nó quyết định chất lượng sản phẩm mạ. Nhiệm vụ quan trọng nhất của chuẩn bị bề mặt là làm sạch hết các lớp gỉ, các màng ôxit, màng dầu mỡ, tạp chất, tạo độ bóng... trên bề mặt kim loại để tạo điều kiện cho lớp mạ gắn chắc với nền; đồng thời tùy đặc điểm của sản phẩm mà nhiệm vụ chuẩn bị bề mặt có những yêu cầu riêng nữa (với các chi tiết mòn không đều khi hồi phục phải lấy lại hình dáng hình học...).

Chuẩn bị bề mặt trước khi mạ phải trải qua nhiều bước, tùy đặc điểm của phôi, yêu cầu của sản phẩm và căn cứ vào thiết bị, vật liệu của chi tiết mạ. Chọn dây chuyền mạ (chọn số bước và thứ tự các bước đó) sao cho hợp lý nhất cả về kinh tế lẫn kỹ thuật. Vì vậy ở đây không thể tìm được quy trình công nghệ xử lý chung cho các vật mạ cho nên chỉ lấy ví dụ để tham khảo. Khi điều kiện và yêu cầu thay đổi cần thêm bớt một công nghệ nào đó cho hợp lý.

* Gia công cơ học.

Có nhiều cách gia công cơ học: mài, đánh bóng, quay xóc, rung, phun cát, phun nước, chải...

> *Mài*: được thực hiện bằng bột mài với nhiều cỡ hạt khác nhau. Dùng keo để gắn bột mài lên các loại đế có hình dạng khác nhau: dạng đĩa trụ (phốt mài), dạng đai chuyên... và chúng được gắn lên máy quay để mài.

> *Đánh bóng*: được dùng để gia công lần cuối cho bề mặt thép đã mài, để đánh bóng các vật bằng đồng, nhôm, kẽm... hoặc đánh bóng cho các lớp mạ trang trí... Cách thực hiện cũng giống như mài nhưng vật liệu dùng và chế độ gia công có khác. Chất kết dính được đun nóng chảy rồi trộn đều với bột mài, đóng thành bánh ở dạng sấp, khi dùng bôi lên mặt chiếu bóng. Bột mài là một trong các oxit của crôm, sắt, kẽm... Chất kết dính là một hỗn hợp gồm parafin, stearin, axit oleic, dầu hỏa...

> *Quay xóc*: áp dụng cho các vật bé, mảnh. Chúng được đổ vào thùng quay hay máng rung cùng với chất tẩy rửa và chất độn.

> *Chải*: áp dụng cho các vật có nhiều khe, kẽ, lỗ, rãnh, răng... Bàn chải quay làm bằng dây thép, dây đồng thau hoặc rễ cây... Thường chải ướt bằng dung dịch xà phòng.

Trong quá trình gia công cơ học, lớp kim loại bề mặt của sản phẩm bị biến dạng, làm giảm độ gắn bám với lớp mạ sau này. Khắc phục bằng cách trước khi mạ phải tẩy

sạch dầu mỡ lại, hoạt hóa bề mặt kim loại sau đó rửa sạch trong nước chảy rồi mạ

ngay.

* Tẩy dầu mỡ trên chi tiết cần mạ:

Bề mặt kim loại thường dính dầu mỡ, dù rất mỏng cũng đủ làm cho bề mặt kim loại trở nên kỵ nước, không tiếp xúc được với các dung dịch tẩy, dung dịch mạ...

Có 2 loại dầu mỡ bám trên bề mặt chi tiết mạ.

Loại thứ nhất có nguồn gốc thực vật (dầu) và động vật (mỡ): dễ bị xà phòng hóa bởi xút (NaOH), tạo thành các muối của axit béo bậc cao (xà phòng) tan được trong nước.

Loại thứ hai có nguồn gốc dầu mỏ: dầu hỏa, dầu nhòn, parafin: các loại dầu mỡ không bị xà phòng hóa, nhưng chúng dễ bị nhũ hóa bởi các chất kiềm và cũng có thể bị tách khỏi bề mặt chi tiết.

Tùy thuộc bản chất dầu mỡ bám trên bề mặt chi tiết ta có thể áp dụng phương pháp tẩy dầu mỡ khác nhau:

- Tẩy dầu mỡ trong dung môi hữu cơ.
- Tẩy dầu mỡ trong dung dịch kiềm và nhũ tương.
- Tẩy dầu mỡ điện hóa.
- Tẩy dầu mỡ siêu âm.

> Tẩy dầu mỡ trong dung môi hữu cơ

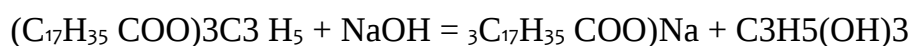
Dung môi thường dùng là trichloroetylen C_2HCl_3 , hòa tan tốt nhiều loại chất béo, không bắt lửa, không ăn mòn kim loại (trừ Ag, Mg) nhưng độc. Hơi của nó nặng gấp 4 lần không khí, nên phải dùng các thiết bị tẩy thích hợp sao cho chỗ đứng thao tác ở trên cao và không khí mát luôn cho vào từ trên xuống nên hơi của chúng luôn ở dưới thấp. Tẩy bằng nhúng vật vào dung môi, tuy nhiên tẩy ở trạng thái hơi ngưng tụ vẫn tốt hơn. Cặn dầu mỡ được loại bỏ sau khi chưng cất. Tất cả được thực hiện trong máy kín, liên hoàn.

Các dung môi khác có thể dùng được là tetrachloroetylen C_2Cl_4 , cacbon tetrachlorua CCl_4 , tetrachloroethane $C_2H_2Cl_4$, hexachloroethane C_2Cl_6 Những điểm cần lưu ý khi dùng các dung môi này: vật tẩy phải khô, vì hơi ẩm hoặc dung dịch axit sót lại dễ tạo với dung môi ở nhiệt độ cao thành HCl gây ăn mòn nhất là các vật bằng nhôm. Sau khi tẩy, dung môi bốc hơi, để lại dầu mỡ hòa tan trên bề mặt tạo thành màng rất mỏng, cần phải tẩy

tiếp chúng trong dung dịch kiềm nóng hoặc tẩy điện hóa.

> Tẩy dầu mỡ trong dung dịch kiềm nóng

Dầu mỡ bám trên bề mặt vật tẩy có 2 loại: loại có nguồn gốc từ động - thực vật và loại có nguồn gốc từ khoáng vật. Dưới tác dụng của kim loại kiềm loại dầu mỡ từ động - thực vật biến thành xà phòng dễ tan và glyxerin.



Stearin

xà phòng

glyxerin

Xà phòng (natri stearat) được sinh ra dễ tan trong nước, nhất là nước nóng, và đến lượt nó, xà phòng trở lại tẩy rửa cho bề mặt kim loại.

Nồng độ NaOH đặc quá dễ tạo thành màng oxit trên bề mặt thép, đồng, hợp kim đồng, gây thụ động, còn đối với kim loại màu khác và với kim loại nhẹ lại bị ăn mòn.

Na₂SiO₃ cho môi trường kiềm yếu, có tác dụng nhũ hóa và ức chế ăn mòn. Khi thủy phân nó tạo thành axit silixit keo, làm phân tán chất rắn, cải thiện khả năng tẩy rửa, ngăn cản không cho chất bẩn kết tủa lại trên bề mặt vừa được tẩy. Sau khi tẩy xong trên bề mặt kim loại có màng mỏng của NaSiO₃ và Na₃PO₄, rất dễ rửa sạch trong nước trung tính hoặc kiềm yếu.

> Tẩy dầu mỡ điện hóa

Ưu điểm: tẩy rất nhanh, rất sạch. Thường tẩy Kathode, nhưng đôi khi cũng tẩy Anode. Dung dịch tẩy có thành phần giống tẩy dầu mỡ hóa học nhưng loãng hơn.

Cơ chế của tẩy dầu mỡ điện hóa: Dùng dòng điện 1 chiều tách dầu mỡ trong dung môi hữu cơ. Tách dầu mỡ trên bề mặt thành nhũ tương trong dung dịch nhờ việc

thoát các bọt hidro trên Kathode hoặc oxi trên Anode.

Thường tẩy Kathode (chi tiết nối với cực âm) nhưng đôi khi cũng tẩy anôt hoặc tẩy liên hoàn Kathode - Anode. Dung dịch tẩy có thành phần giống tẩy dầu mỡ hóa học nhưng loãng hơn. Cơ chế của tẩy dầu mỡ điện hóa là tách dầu mỡ trên bề mặt thành nhũ tương trong dung dịch nhờ thoát các bọt hidro trên kathode hoặc ôxi trên anode. Khi nhúng chi tiết dính dầu mỡ vào dung dịch kiềm, do tác dụng của sức căng bề mặt, màng dầu mỡ bị nứt vỡ và co lại thành giọt nhỏ. Dưới tác dụng của phân cực, độ bám của dầu trên kim loại yếu đi, các giọt dầu càng co lại mạnh hơn, đồng thời tính thấm ướt của kim loại tăng lên. Các bọt khí nhỏ tách khỏi bề mặt kim loại sẽ bám lên các giọt dầu cạnh

đó. Dần dần bọt khí lớn lên ôm lấy giọt dầu và cùng tách khỏi bề mặt kim loại do sức đẩy thủy tĩnh.

>

Tẩy dầu mỡ siêu âm

Tẩy dầu mỡ trong dung môi hữu cơ hoặc trong dung dịch kiềm yếu có thêm tác dụng của siêu âm sẽ rất nhanh và rất sạch. Không chỉ dầu mỡ được tẩy sạch mà màng ôxit cũng bị bào mòn, bong ra.

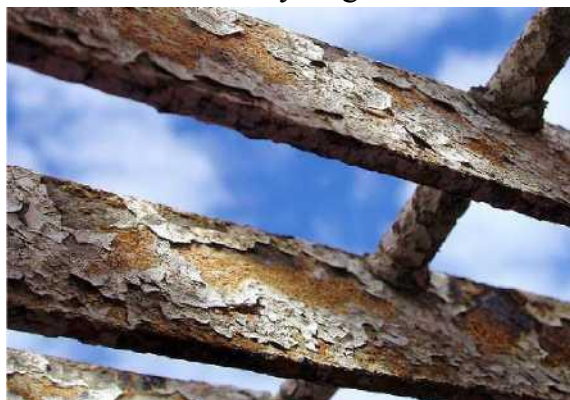
Tăng nhiệt độ cho dung dịch tác dụng của tẩy siêu âm càng tăng lên. Thành phần dung dịch tẩy siêu âm cũng ảnh hưởng đến chất lượng và tốc độ tẩy rửa. Nếu chất

lông không có tác dụng gì với chất bẩn thì vật vẫn được tẩy sạch do tác dụng cơ học tạo ra bởi siêu âm. Thường người ta tẩy trong dung dịch kiềm để tận dụng cả tác dụng hóa học của nó nữa.

* Tẩy gỉ trên chi tiết cần mạ

Tẩy gỉ hóa học trên chi tiết cần mạ

Bề mặt đen thường phủ một lớp oxit dày FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 (gọi là gỉ) và các hidrogenxit của Fe^{2+} và Fe^{3+} . Tẩy gỉ hóa học cho sắt thép thường dùng dung dịch axit loãng H_2SO_4 hoặc HCl hay hỗn hợp của chúng. Khi tẩy thường diễn ra đồng thời hai quá trình: hòa tan oxit và hòa tan sắt nền. HCl hòa tan oxit là chính: H_2SO_4 hòa tan sắt nền là chính và cho khí hydrogen thoát ra làm bong màng oxit.



Hình 1.8: Sắt gỉ do tác động của môi trường bám trên chi tiết cần mạ

Tẩy bằng HCl nhanh hơn, cho bề mặt trắng hơn nồng độ tốt nhất là 150-200g/l và tẩy ở nhiệt độ dưới 40°C . Nồng độ và nhiệt độ cao hơn sẽ bốc mùi khó chịu, sắt nền bị ăn mòn nhANH.

Tẩy bằng H_2SO_4 sẽ nhanh nếu tăng nhiệt độ dung dịch. Sau khi tẩy phải làm sạch mùn đen trên mặt vật tẩy. Tốt nhất là dùng nồng độ 80-120g/l ở $50-70^\circ\text{C}$.

Để hạn chế hòa tan kim loại nền trong khi tẩy, ngày nay thường dùng các chất ức chế dưới dạng phụ gia của dung dịch. Các chất này được các nhà chế tạo cung cấp

dưới những tên gọi đã mã hóa nhưng có hướng dẫn sử dụng.

> Tẩy gỉ điện hóa

Tẩy gỉ điện hóa là tẩy gỉ hóa học đồng thời có sự tham gia của dòng điện.

Vật

tẩy có thể nối với cực âm hay cực dương của nguồn điện.

Khi tẩy anode màng ôxit bị mất đi do hòa tan điện hóa và bị bong ra do tác dụng cơ học của khí thoát ra. Dung dịch là H_2SO_4 , HCl hoặc muối của các axit ấy. Kathode (anode) làm bằng chì. Tẩy anode bề mặt rất sạch và hơi nhám nên độ gắn bám của lớp mạ sẽ rất tốt. Khi tẩy anode, thoát đầu màng ôxit bị tẩy đi, tiếp đó trên bề mặt kim loại có thể hình thành một màng thụ động, tạo điều kiện cho OH^- phóng điện và giải phóng ôxi.

Tốc độ tẩy anode rất nhanh và mạnh nên dễ bị tẩy quá nếu không theo dõi đầy đủ. Tẩy anode hay dùng cho các vật bằng thép cacbon, thép hợp kim có hình thù đơn giản. Có thể tẩy anode cho thép cacbon trong dung dịch axit hoặc kiềm.

Tẩy gỉ kim loại màu để áp dụng để hoàn thiện bề mặt sản phẩm và tiếp đó phải có lớp thụ động hay lớp sơn không màu bảo vệ, hoặc để chuẩn bị bề mặt trước khi mạ lên nó. Tẩy gỉ cho Cu và hợp kim Cu thường dùng H_2SO_4 . Tẩy nhẵn cho Cu và hợp kim Cu thường dùng HNO_3 có cho thêm H_2SO_4 và/hoặc HCl . Khi tẩy có thoát khí NO , NO_2 rất độc, cần phải có thiết bị an toàn tốt.

* Tẩy nhẹ chi tiết cần mạ

Tẩy nhẹ còn gọi là hoạt hóa bề mặt (tắm thực), nhằm lấy đi lớp ôxit rất mỏng, không nhìn thấy bằng mắt thường, được hình thành trong quá trình chuẩn bị ngay trước khi mạ. Khi tẩy nhẹ xong, cấu trúc của nền được lộ ra, độ gắn bám của lớp mạ được

tăng lên. Tẩy nhẹ tiến hành ngay trước khi nhúng vật mạ vào bể mạ.

Dung dịch tẩy nhẹ hóa học thường là H_2SO_4 hoặc HCl . Tẩy nhẹ cho đồng, hợp kim Cu thực hiện trong H_2SO_4 ở một bể riêng. Có thể tẩy nhẹ trong $NaCN$ cho Zn, Al...trước khi mạ trong môi trường kiềm. Thời gian tẩy nhẹ chỉ cần 5- 10s. Sau tẩy nhẹ phải rửa và mạ ngay.

* Rửa chi tiết cần mạ.

Trong công nghệ mạ, sau mỗi khâu gia công thường phải rửa vật gia công. Nếu do thiếu nước rửa hoặc rửa không đủ, không đúng...sẽ làm giảm độ gắn bám của

lớp

mạ, làm lẫn dung dịch từ bể này sang bể kia, gây nên nhiều hư hỏng và phiền toái trong sản xuất.

Có thể rửa nhúng liên tiếp trong nhiều bể, rửa trong dòng chảy, rửa trong bể có sục khí, rửa dưới vòi nước hoặc dưới giàn phun mưa...Nên kết hợp nhiều cách trong một lần rửa. Nước sau khi rửa sẽ lẫn nhiều hóa chất, nồng độ các chất này trong nước rửa phải dưới giới hạn cho phép, nếu không sẽ gây hại cho nhiều khâu tiếp theo.

b. Một số biện pháp nhằm nâng cao chất lượng lớp mạ

** Nâng cao độ đồng đều của lớp mạ*

Trên thực tế lớp mạ thường không đồng đều do sự phân bố mật độ dòng điện trên bề mặt chi tiết mạ không đều. Đối với các chi tiết có hình dạng phức tạp (nhiều chỗ lồi, lõm) sự phân bố này lại càng không đều hơn.

Lớp mạ đều có ý nghĩa rất lớn trong việc giảm thời gian mạ cũng như giảm chi phí cho mạ.

Trên thực tế sử dụng một số biện pháp như dùng anode phụ; dùng cathode phụ; dùng bảng chắn phi kim; dùng anode lặp lại hình dáng của chi tiết. Ngoài ra có thể tăng khoảng cách giữa anode và cathode (chi tiết); bố trí hợp lý khoảng cách giữa thành bể và các điện cực.

Nguyên nhân của sự không đồng đều lớp mạ là do sự phân bố mật độ dòng điện trên bề mặt chi tiết.

** Mạ với chế độ không ổn định*

Mạ với chế độ không ổn định không chỉ nâng cao năng suất mà còn nâng cao chất lượng lớp mạ. Trong thực tế sử dụng mạ với dòng điện đảo chiều và mạ với dòng điện xoay chiều không đối xứng.

Khi mạ với dòng điện đảo chiều, chi tiết nối với cực âm (dòng điện I_k) trong thời gian t_k . Trong thời gian này quá trình mạ xảy ra bình thường. Sau đó thay đổi chiều dòng điện, chi tiết nối với cực dương trong thời gian t_a nhỏ hơn. Ở giai đoạn này, lớp mạ được hòa tan một phần, nhờ đó chiều dày lớp mạ trở nên đồng đều hơn, cấu trúc có ứng suất nhỏ hơn.

Tương tự như vậy khi mạ với dòng điện xoay chiều bất đối xứng.

*** Mạ không thùng mạ (mạ ngoài bể)**

Khi hồi phục các chi tiết có kích thước lớn như trục cơ, xilanh ô tô, máy kéo...gặp nhiều khó khăn khi phải bao các vị trí không cần mạ, rửa,...Để đơn giản có thể ứng dụng phương pháp mạ ngoài bể.

Có một số phương pháp mạ ngoài bể như: mạ phun; mạ dòng chảy và mạ quét

(mạ xoa)

Mạ phun: dung dịch mạ được cung cấp đến bề mặt chi tiết nhờ vòi phun đặc biệt. Vòi phun đó có thể đồng thời là anode. Để có lớp mạ 6v/ph. Ngoài phương pháp quay đều chi tiết quay với 2 chi tiết, lớp mạ đều có thể nhận được khi chi tiết không quay nhờ bố trí các lỗ phun hợp lý. Điều đó tạo ra sự quay tương đối giữa bề mặt chi tiết và dung dịch.

Mạ dòng chảy nguyên tắc mạ dòng chảy là cho dung dịch chảy qua bề mặt cần mạ. Trong một số trường hợp khi mạ các bề mặt nhỏ, dung dịch mạ ở các bề mặt mạ cục bộ có thể không luân chuyển.

Mạ quét (mạ tiếp xúc, mạ xoa): ở phương pháp này chổi quét hay bàn chải (anốt được bọc vải bông để giữ dung dịch) dịch chuyển theo bề mặt của cathode (chi tiết). Lớp mạ cũng có thể nhận được khi chuyển động bề mặt mạ tương đối với anode không chuyển động. Khi đó chi tiết được định vị trên mâm cặp của máy tiện còn anốt bắt trên bàn dao. Chổi quét được cung cấp dung dịch khi quét trên bề mặt chi tiết tạo nên bề mạ cục bộ và diễn ra tất cả các quá trình điện hóa.

c. Mạ nikel hóa học

*** Phương pháp mạ hóa học nhờ phản ứng trao đổi.**

Trong phương pháp này kim loại nền có điện thế tiêu chuẩn âm hơn kim loại mạ, nên khử được ion kim loại mạ có trong dung dịch. Ví dụ có thể mạ đồng lên thép nhờ phản ứng trao đổi.

Lớp mạ hóa học nhờ phản ứng trao đổi thường rất mỏng và được sử dụng như lớp mạ trang trí. Tốc độ hình thành lớp mạ phụ thuộc vào nồng độ muối kim loại mạ, nhiệt độ và sự chênh lệch điện thế tiêu chuẩn của kim loại mạ và kim loại nền. Cấu trúc tinh thể lớp mạ phụ thuộc vào tốc độ mạ và cường độ khuấy trộn dung dịch. Tốc độ mạ

càng lớn nếu chênh lệch điện thế tiêu chuẩn của kim loại mạ và kim loại nền càng lớn.

Trong thực tế, phương pháp mạ trao đổi chỉ sử dụng cho những kim loại có điện thế tiêu chuẩn gần nhau.

*** Phương pháp mạ hóa học tiếp xúc**

Lớp mạ thu được bằng phương pháp mạ tiếp xúc phải có 2 điều kiện:

- Kim loại mạ có điện thế tiêu chuẩn dương hơn kim loại nền.
- Phải có một kim loại khác có độ âm điện cao hơn kim loại nền tiếp xúc với kim loại nền ngay trong dung dịch mạ.

Về bản chất người ta xem lớp mạ tiếp xúc như lớp mạ điện hóa. Nguồn điện được hình thành do 2 kim loại tiếp xúc nhau trong dung dịch chất điện phân. Kim loại nền đóng vai trò cathode, trên đó ion kim loại mạ bị khử điện thành kim loại tạo lớp mạ.

Kim loại tiếp xúc đóng vai trò anode, bị ôxi hóa ion của nó tan vào dung dịch. Phương pháp tiếp xúc cho lớp mạ có độ dày cao hơn phương pháp trao đổi, tuy tốc độ hình thành lớp mạ diễn ra tương đối chậm. Phương pháp mạ tiếp xúc chủ yếu sử dụng để mạ những chi tiết nhỏ trong thùng mạ quay.

d. Cơ sở lý thuyết đánh giá lớp mạ

> Phương pháp tính trọng lượng kim loại lớp mạ:

$$m_{\text{--}} = \frac{DI.t.H}{100} \quad (1.2)$$

m: trọng lượng kim loại của lớp mạ (g)

Đ: đương lượng điện hóa (g/Ah)

H: hiệu suất dòng điện (%) t: thời

gian mạ (h)

I: cường độ dòng điện (A)

> Phương pháp xác định hiệu suất dòng điện:

+ Cân phân tích xác định khối lượng mẫu trước khi mạ nickel (M_d)

+ Cân phân tích xác định khối lượng mẫu sau khi mạ nickel (M_d) ở các chế

độ

khảo sát.

$$m_{\text{thực tế}} = M_d - M_s \quad (1.3)$$

> Phương pháp đánh giá bề mặt lớp mạ:

+ Bề mặt lớp mạ tốt: bề mặt có độ phẳng, bóng, đồng đều về tính chất.

+ Bề mặt lớp mạ xấu: bề mặt cháy xám, không đồng đều, có châm kim, có

gai...

> Phương pháp tính chiều dày trung bình của lớp mạ:

$$D_{tb} = \frac{UDH}{S.g.1000} \quad (1.4)$$

D_{tb} : chiều dày trung bình của lớp mạ

Đ: đương lượng điện hóa (g/Ah)

H: hiệu suất dòng điện (%) t: thời gian

mạ (h)

I: cường độ dòng điện (A)

S: diện tích catot (dm²)

g: trọng lượng riêng của kim loại (g/cm³)

e. Ứng dụng của mạ điện Crôm - Nikel

Công nghệ hiện đại cho mạ Nikel-Crom là công nghệ phổ biến do có độ dày đồng nhất mà không quan tâm đến kết cấu hình học, có khả năng chống ăn mòn và mài mòn cao, độ cứng bề mặt tốt và khả năng bôi trơn tự nhiên, quá trình mạ hóa Niken thực sự thiết thực và vì thế thường phổ biến dùng cho rất nhiều ứng dụng khác nhau trong các ngành công nghiệp khác nhau.

> Trong lĩnh vực xây dựng: mạ ống nước, các thiết bị ngoài trời, các thiết bị chịu lực, mạ kẽm cho tôn...



Hình. Ống thép và các chi tiết cơ khí mạ kẽm

> Trong sản xuất dân dụng: làm đồ trang sức, lu đồng, huy chương, bát đĩa, vòi nước... nhằm mục đích gia tăng độ thẩm mỹ.



Hình Vòi nước được mạ Nikel

Trong ngành kĩ thuật cao: sản xuất robot, tên lửa, máy bay.



Hình: Máy bay được mạ inox

> Trong công nghiệp đóng tàu: thường mạ một lớp kẽm lên bề mặt vỏ tàu chống ăn mòn khi tiếp xúc với nước biển.

> Trong các công trình thủy: tránh sự tiếp xúc với nước và các chất có khả năng gây gỉ sét làm tăng độ bền cho các công trình thủy.



Hình: ống dẫn nước sử dụng trong các công trình thủy

> Trong lĩnh vực trang trí: do có độ sáng bóng cao sau khi mạ nên được ưa chuộng để mạ trang trí như: mạ vàng điện thoại, xe hơi, mô tô...



Hình: Xe ô tô và xe mô tô được mạ Nikel toàn bộ

f. Thực trạng mạ Niken – Crom

*** Công nghệ mạ điện ở Việt Nam**

Nhằm đáp ứng nhu cầu thúc đẩy phát triển của các ngành công nghiệp trong nước, đáp ứng nhu cầu cung cấp thiết bị trong nước, nhiều công ty đã mạnh dạn và nỗ lực đầu tư, đổi mới trang thiết bị, kỹ thuật xi mạ nhập khẩu từ các nước tiên tiến như Nhật, Ý.



Hình 1.14: Các dây chuyền mạ hiện đại

Ngành công nghiệp xi mạ Việt Nam đã kịp thời ứng dụng các công nghệ xi mạ tiên tiến như: Nikel 3 lớp, Nikel Satin, hợp kim không nikel (phục vụ thị trường Châu Âu), hợp kim, mạ Thiếc (dùng trong công nghệ hàn) phục vụ nhu cầu ngày càng gia tăng.

Tuy nhiên, bên cạnh các công ty có dây chuyền xi mạ hiện đại thì ngành công nghiệp xi mạ còn tồn tại nhiều cơ sở sản xuất thủ công, hệ thống không hiện đại, không thân thiện với môi trường, chất lượng chi tiết được xi mạ không cao.



Hình : Xưởng mạ cơ khí tại Việt Nam

*** Công nghệ mạ điện trên thế giới**

Các nước tiên tiến trên thế giới ứng dụng khoa học kỹ thuật không những sản xuất thành công các dây chuyền mạ điện tự động, hiện đại đáp ứng yêu cầu tiêu chuẩn cao.

Các hệ thống xi mạ lớn thực hiện mạ tự động sản phẩm trong một khâu kín, liên tục. Các sản phẩm được mạ có kích thước đa dạng, chất lượng các sản phẩm tốt và còn có tính đồng đều cao.



Hình: Dây chuyền mạ tự động do công ty Thomas sản xuất

Bên cạnh đó, các nước trên thế giới còn ứng dụng nhiều công nghệ mới như CNTs (ống nano cacbon) làm gia tăng tính cơ học của lớp mạ.

8. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG LỚP MẠ

8.1. Khái niệm

Tùy theo chức năng và điều kiện làm việc mà yêu cầu về chất lượng lớp mạ, phủ có những điểm khác nhau. Tất cả các loại lớp mạ có thể chia thành những nhóm chính theo chức năng của chúng như sau : Lớp mạ trang sức — bảo vệ; lớp mạ bảo vệ; lớp mạ phục hồi kích thước cho vật bị mòn; lớp mạ đặc biệt nhằm tạo ra bề mặt có những tính chất cơ, lý, hoá, điện, từ ... theo yêu cầu.

Vì vậy mỗi nhóm có những yêu cầu khác nhau về mức độ kiểm tra và đánh giá chất lượng lớp mạ. Tuy nhiên những tiêu chí sau đây thường được kiểm tra là : Kiểm tra hình dáng bên ngoài của sản phẩm sau khi mạ (màu sắc, độ sáng bóng, độ nhẵn bề mặt...); xác định độ xốp và chiều dày lớp mạ, sơn, phủ; thử nghiệm độ bền ăn mòn; xác định tính chất cơ lý lớp mạ (độ cứng, độ dẻo, độ gắn bám với nền, độ chịu mài mòn, khả năng phản quang, điện trở, từ tính, độ bền nhiệt...).

Độ bền ăn mòn của sản phẩm phụ thuộc vào chiều dày và độ xốp của lớp mạ, phủ. Cho nên đo độ dày và độ xốp lớp mạ, sơn, phủ có thể dự đoán được khả năng và thời hạn bảo vệ của chúng.

Căn cứ vào chức năng của mỗi nhóm, vào tiêu chuẩn chất lượng của nhà nước hay của ngành, vào quy định phẩm cấp của hãng sản xuất và của khách hàng ... mà tiến hành kiểm tra theo những tiêu chuẩn nhất định và phải đảm bảo đạt được những chỉ tiêu chất lượng đề ra.

Kiểm tra một tiêu chí chất lượng nào đó của lớp mạ, Sơn, phủ thường được thực hiện bằng nhiều phương pháp khác nhau, trên những thiết bị có mức độ chính xác không giống nhau ... nên kết quả kiểm tra ít khi trùng khít nhau và thường chỉ cho giá trị gần đúng so với giá trị thực sự của chúng.

8.2. Kiểm tra hình dáng bên ngoài của lớp mạ

Hình dáng bên ngoài của lớp mạ, sơn, phủ được đánh giá theo các tiêu chí màu sắc, độ bóng và độ nhẵn của nó. Có thể đánh giá thông qua quan sát bằng mắt thường hay bằng các dụng cụ đặc biệt, chuyên dùng.

Trong những trường hợp cần thiết phải quan sát kỹ để phát hiện ra các khuyết tật nhỏ của lớp mạ thì phải dùng kính lúp hay kính hiển vi có độ phóng đại 50 — 60 lần,

nhờ đó chúng ta có thể nhìn thấy rõ những lỗ châm kim, vết rỗ khí, gai nhám và vết nứt nhỏ ...

Để đo độ bóng phải dùng đến các máy quang học đặc biệt. Trong đó người ta đo cường độ ánh sáng phản xạ từ bề mặt vật mạ (đã bị khuếch tán một phần) rồi so sánh với cường độ ánh sáng phản xạ từ mẫu chuẩn (có trong phụ tùng của máy). Tỷ số giữa hai cường độ ấy nói lên độ bóng của bề mặt vật mạ.

Độ nhẵn bề mặt hay độ nhám bề mặt cũng được xác định bằng ánh sáng phản xạ nhờ một thiết bị quang học làm việc dựa trên nguyên tắc giao thoa ánh sáng. Thiết bị này có một mặt phẳng (hay mặt lồi) đặc biệt, nằm nghiêng một góc nào đó so với bề mặt mẫu cần đo, trên mặt đặc biệt đó hiện lên ảnh giao thoa ánh sáng, Ánh giao thoa gồm nhiều vòng sáng và vòng tối xen kẽ nhau, Nếu vòng sáng không phải là hình tròn, có nghĩa là bề mặt vật mạ không nhẵn, phẳng. Đo chiều dài bước sóng của tia sáng có thể tính toán định lượng các giá trị cần xác định.

Hiện nay các hãng trên thế giới đã sản xuất ra nhiều loại máy dựa trên các nguyên tắc khác nhau để xác định độ bóng, độ nhám ... có độ chính xác khá cao. Ví dụ : Độ bóng lớp mạ giảm dần theo thời gian phục vụ, thể hiện bằng phần trăm giá trị ban đầu của nó, được đo trên máy không cần đến mẫu chuẩn để so sánh.

Hoặc độ nhám bề mặt nền và lớp mạ, sơn, phủ được đo bằng máy profilometer dựa trên nguyên tắc kéo rê một đầu dò trên bề mặt cần đo, độ nhấp nhô bề mặt tạo nên các dao động trên đầu dò liền được cảm biến, chuyển đổi và ghi lại hình ảnh phóng đại của các nhấp nhô đó lên giấy.

Khi kiểm tra hình dáng bên ngoài cho các lớp mạ thường gặp sáu hiện tượng hư hỏng sau đây : nhám, rỗ, dộp, ốỉ cháy và xám đen. Cách nhận biết và nguyên nhân gây ra các hiện tượng hư hỏng đó như sau :

Nhám: là do các hạt rắn không tan lẫn trong dung dịch mạ rồi đi vào lớp mạ. Chúng có thể là các hạt cacbon, mạt dũa, mùn anot và bụi trong xưởng mạ rơi vào bể. Nhám nặng sờ tay sẽ nhận biết được ngay, nhám nhẹ phải dùng kính phóng đại hay máy profilometer nói trên để kiểm tra phát hiện. Nếu, hệ mạ là đa lớp (ví dụ hệ gồm các lớp Cu xyanua - Cu axít - kền bán bóng - kền bóng) bị nhám,, muốn xác định xem lớp nào trong hệ đó gây nhám, phải mạ riêng từng lớp để khẳng định.

Rỗ: thường phát sinh do bề mặt kim loại nền hay bề mặt lớp mạ lót có những điểm ngăn cản, không cho quá trình kết tủa kim loại mạ xảy ra tại đó. Có hai nguyên nhân gây rỗ: một là nền, có những lỗ nhỏ (đến 1 mm) đọng lại dầu, mỡ, thuốc mài, đánh bóng ... ngăn cản quá trình điện hoá xảy ra tại đó, tạo nên vết rỗ điểm; hai là quá trình thoát khí hydro xảy ra liên tục tại một điểm nào đó (do có quá thế hydro thấp) ngăn cản quá trình kết tủa kim loại, tạo nên vết lõm dài (có khi đến 3 mm).

Rộp: là do một vùng nào đó lớp mạ bám kém với nền hay với lớp mạ lót. Có trường hợp chỉ phát hiện được rộp sau khi lớp mạ bị chà sát. Rộp đặc biệt nghiêm trọng đối với các chi tiết cơ khí hay kỹ thuật điện vì gây nên hỏng máy, chập điện ... Rộp là do bề mặt trước khi mạ không hoàn toàn sạch hay do chế độ mạ không đúng quy định.

Ố: thường do khâu tẩy rửa, chuẩn bị bề mặt trước khi mạ gây ra. Trông nó có thể như một vết bẩn hay như một vùng kém bóng trên bề mặt mạ hoặc một vùng gồm nhiều lỗ rất nhỏ làm bề mặt mạ bị mờ đi (nhìn qua kính phóng đại x20 mới thấy rõ).

Cháy: là vùng lớp mạ bị nám, đen, đôi khi kém bám, thường do mật độ dòng điện tại đó cao quá quy định hoặc do dung dịch đã suy giảm mà vẫn dùng mật độ dòng điện như lúc dung dịch còn tốt.

Xám xỉn: khi dung dịch lẫn tạp chất là kim loại lạ sẽ làm cho độ nhẵn, bóng của lớp mạ thay đổi. Thường các kim loại tạp chất này phóng điện và kết tủa lên vùng bề mặt có mật độ dòng điện thấp và cho màu xám, đen, mờ, xỉn hoặc làm lớp mạ bị lồi.

8.3. Kiểm tra chiều dày của lớp mạ

Chiều dày là yếu tố quan trọng nhất quyết định chất lượng lớp mạ, sơn. Có nhiều phương pháp xác định chiều dày lớp mạ, sơn. Chọn phương pháp nào phải căn cứ vào chủng loại kim loại mạ, chiều dày lớp mạ, sơn, kích thước vật mạ ... cũng như vào điều kiện trang bị của nhà sản xuất.

Chiều dày lớp mạ thường không bằng nhau trên bề mặt các sản phẩm, làm ra trong cùng một điều kiện. Phân bố chiều dày lớp mạ cũng không đều trên toàn bộ bề mặt của cùng một vật mạ. Tuổi thọ của lớp mạ lại được quyết định bởi vùng bề mặt có chiều dày lớp mạ mỏng nhất. Vì thế phải tiến hành kiểm tra chiều dày tại những vùng xung yếu này để dự đoán đúng thời hạn làm việc hiệu quả của lớp mạ.

Cần nhớ rằng chiều dày cục bộ và chiều dày trung bình của lớp mạ luôn luôn khác nhau. Khi quy định chiều dày lớp mạ cho một sản phẩm nào đó chính là chiều dày tối

thiếu mà mọi điểm trên bề mặt chính cần mạ phải đạt được. Để phân biệt đâu là bề mặt chính của vật mạ người ta đã quy định đó là những nơi mà một quả cầu đường kính 19 mm có thể tiếp cận được.

Sau đây là một số phương pháp đo chiều dày lớp mạ, lớp sơn từ đơn giản, cổ điển đến hiện đại, phức tạp, có phương pháp phá huỷ mẫu, có phương pháp không phá huỷ mẫu khi thử. Tùy điều kiện của từng nơi mà lựa chọn cho phù hợp.

8.3.1. Phương pháp tia dòng dung dịch

Hoà tan lớp mạ tại một điểm bằng cách tia một dòng dung dịch đặc biệt xói liên tục cho đến khi nền lộ ra. Từ thời gian xói (hay thể tích dung dịch đã dùng) cho phép tính ra chiều dày lớp mạ. Hình 1 là dụng cụ đo chiều dày lớp mạ bằng phương pháp phun tia.

Mẫu mạ cần đo chiều dày 9 sau khi tẩy dầu mỡ, rửa, sấy khô, để nguội, kẹp nghiêng 45° dưới mao quản 3 và cách đầu mút của nó 4 - 5 mm. Mở van 2 cho dung dịch từ bình 1 chảy thành dòng xói vào một điểm của bề mặt mẫu đo, đồng thời bấm giờ và quan sát điểm đo cho đến khi xuất hiện màu đặc trưng. Dung dịch ăn mòn lớp mạ cho đến khi nó bị thùng liên tác dụng với kim loại nền tạo thành một sản phẩm có màu đặc trưng hoặc để lộ màu sắc đặc trưng của nền ra, báo hiệu thời điểm kết thúc việc đo đạc. Cho phép ngừng phun dung dịch theo chu kỳ để quan sát sự thay đổi màu sắc được thuận lợi.

Để đo đạc được chính xác cần chú ý : lắp dụng cụ đúng theo kích thước ở hình T; đường kính lỗ mao quản 1,5 12 mm; tốc độ phun tia dung dịch phải đạt 10 ml sau 30 s; nút 6 (giữ nhiệt kế 7) phải hở để không khí vào được bình theo Ống thuỷ tinh 5; nút 8 phải kín; trước khi bắt đầu đo, mở van 2 để dung dịch trong ống 5 đến mức ngang với miệng dưới của ống 5 ; trong ống mao quản 3 và ống nối (chất dẻo) không được đọng bọt khí.

Chiều dày δ của lớp mạ tính theo công thức :

$$\delta = d_s \cdot \tau, \quad \mu\text{m}$$

trong đó d_s – chiều dày lớp mạ bị hoà tan trong 1 s,
(xem bảng 2);

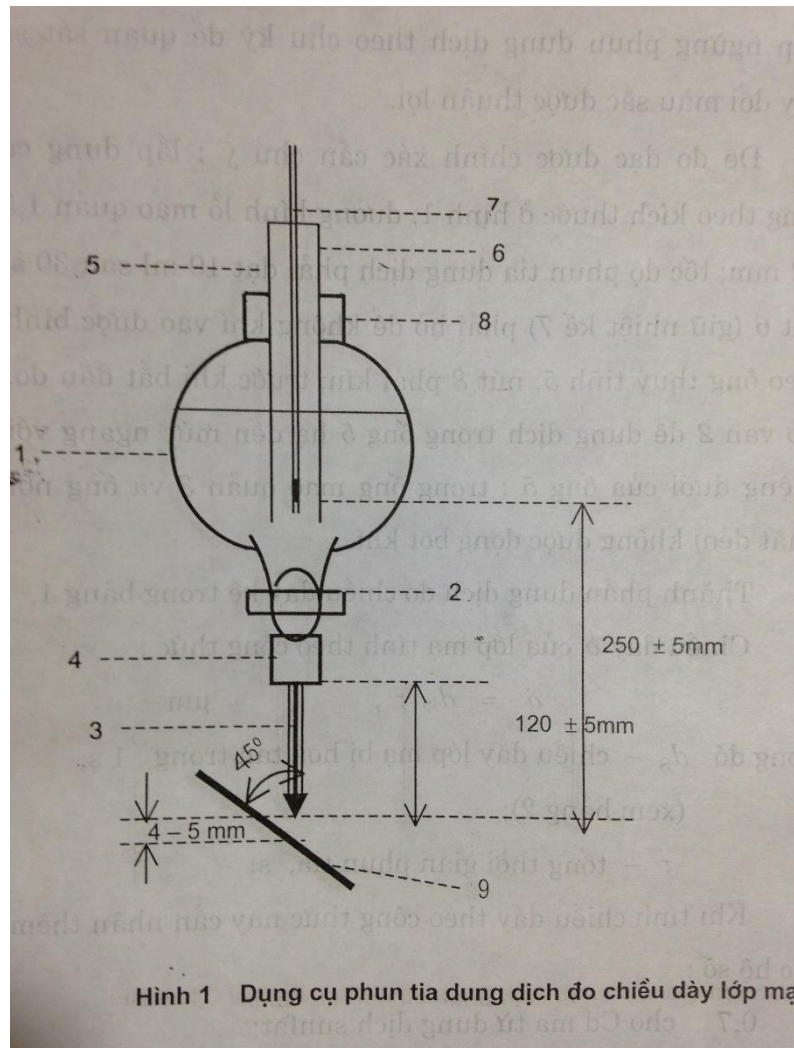
τ – tổng thời gian phun tia, s.

Khi tính chiều dày theo công thức này cần nhân thêm các hệ số :

0,7 cho Cd mạ từ dung dịch sunfat;

1,4 cho Ni từ một số dung dịch mạ bóng trực tiếp ...

Sai số của phương pháp đo này là $\pm 10\%$.



8.3.2. Phương pháp hiển vi quang học

Phương pháp này dựa trên việc đo chiều dày lớp mạ với độ phóng đại lớn tại mặt cắt ngang của mẫu. Mẫu phải được đúc trong chất dẻo cứng để làm giá đỡ mẫu luôn trong tư thế trục của mẫu đúc thẳng góc với mặt cần mài của lớp mạ. Ví dụ có thể đúc bằng vật liệu epoxy cùng với mẫu mạ đặt trong một đoạn ống nhựa. Khi mài để chuẩn

bị mẫu đo cần giữ mẫu mạ luôn thẳng góc với mặt phẳng mài, bởi vì lệch khỏi vị trí thẳng góc 10% sẽ cho sai số đo 2%. Phương pháp này chỉ cho kết quả tốt đối với các lớp mạ có chiều dày trên $2\mu\text{m}$.

Mài và đánh bóng mẫu lần lượt trên các mặt mài đặt nằm ngang, quay tròn. Đầu tiên là mài trên giấy nhám thô rồi giấy nhám mịn, sau đó đánh bóng trên đĩa vải bông cùng với bột đánh bóng và nước. Độ mịn của hạt mài chuyên dụng tăng dần từ số 100 lên 200 rồi 400 và cuối cùng là 600, thậm chí đến 1200, cho hết vết xước và có bề mặt sáng, nhẵn. Để mặt mẫu mài xong không bị cong, tròn, khi mài cần gá mặt cố định hoặc lắp mẫu vào dụng cụ chuyên dụng gọi là đế mài cầm tay.

Mẫu mài và đánh bóng xong, lắp vào gá đặc biệt rồi đặt lên kính hiển vi quang học để đo chiều dày, chỉnh thước đo trong thị kính thẳng góc với hình ảnh của chiều dày lớp mạ. Độ phóng đại thường dùng trong khoảng 200 - 500, trường hợp đặc biệt có thể phóng đại đến 1000 lần. Sai số của phép đo này khoảng 10%, tức có thể đọc sai số $+ 0,8\mu\text{m}$ (hiếm khi đạt đến $0,5\mu\text{m}$).

Chiều dày lớp mạ thường chỉ ở cỡ micromet vì thế khi mài và chuẩn bị mẫu không được để biên giới lớp mạ bị nhoè, dễ gây nên sai số đo. Muốn vậy trước khi đúc trong chất dẻo, mẫu nên mạ đắp ra ngoài một lớp kim loại khác màu tương đối dày để bảo vệ biên giới lớp mạ cần đo. Hạt mài có thể là bột kim cương, bột oxit của crom, sắt, nhôm ... tùy theo độ cứng kim loại cần mài. Mẫu chuẩn bị tốt nhìn thấy rất sáng và phân biệt rõ từng lớp mạ. Nếu mờ, nhoè thì phải tẩy thực mẫu cho đến khi sáng rõ.

Mẫu đo bằng sắt cần được tẩy thực trong hỗn hợp HNO_3 với cồn; sau khi tẩy thực sắt hơi sậm màu lại, cồn kền sẽ có màu bạc xám. Tẩy thực mẫu đo gồm cả sắt, đồng, kền trong hỗn hợp HNO_3 với cồn sẽ cho sắt màu đen, đồng màu hồng, kền màu bạc xám. Mẫu mạ bị oxy hoá nhìn dưới kính hiển vi sẽ thấy một lớp mờ mờ do chúng không phản quang.

Lớp mạ kẽm, cadimi trên thép, lớp mạ kền trên kẽm hay hợp kim kẽm ... tẩy thực bằng dung dịch CrO_3 (200 g/l + Na_2SO_4 15 g/l). Sau khi tẩy thực phải rửa mẫu bằng cồn, sấy khô rồi mới đo chiều dày lớp mạ. Mỗi mẫu đo ít nhất 5 giá trị rồi lấy giá trị trung bình.

Phương pháp hiển vi quang học được xem là phương pháp cho kết quả khá chân thực, không bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi tỷ trọng riêng của kim loại mạ và bởi nhiều yếu tố khác. Tuy nhiên nó chỉ cho kết quả tin cậy khi lớp mạ có chiều dày trên 2 μ m.

8.3.3. Đo chiều dày bằng máy profilometer

Profilometer là dụng cụ đo độ nhám bề mặt vật liệu, ví dụ đo độ nhẵn của kim loại hay đo độ san bằng của vật trước và sau khi mạ hoặc đo các bậc cao thấp do biên giới lớp mỏng này nằm chồng lên lớp khác tạo nên ... Vì vậy dụng cụ này cũng được dùng để đo chiều dày lớp mạ, lớp sơn, lớp phủ.

Bút ghi của dụng cụ profilometer. được rà và di chuyển trên bề mặt cần đo theo hai chiều thẳng đứng và nằm ngang. Những tín hiệu dao động theo hai chiều này được thu nhận, chuyển đổi, phóng đại và ghi lại trên giấy độ nhấp nhô của bề mặt, Nếu bóc đi một phần lớp mạ, sơn, phủ, phần còn lại cùng với nền tạo thành một bậc cao thấp trên bề mặt cần đo và cũng có thể đo độ cao của bậc này bằng profilometer, độ cao đó chính là chiều dày lớp mạ, sơn, phủ. , Còn có thể tạo ra bậc nói trên bằng cách dùng băng dính dán lên bề mặt nền rồi bóc mạ, sơn, phủ, sau đó bóc băng dính đi và đo chiều cao bậc do chiều dày lớp ấy tạo nên.

Các máy hiện đại có khả năng loại bỏ nhiễu và hiệu ứng cong vênh của nền ảnh hưởng đến kết quả đo. Độ phân giải có thể đến 30 nm. Trước khi đo phải hiệu chỉnh máy theo mẫu chuẩn đặc biệt theo chiều cao của bậc.

Nhược điểm của phương pháp profilometer là cần có mẫu rất phẳng. Tuy máy có khả năng loại bỏ ảnh hưởng của hiệu ứng cong vênh, nhưng đồng thời cũng sẽ làm giảm độ nhạy nên giảm độ chính xác của phép đo.

8.3.4. Phương pháp từ tính đo chiều dày lớp mạ, sơn, phủ

Phương pháp này khá phổ biến, giá dụng cụ đo không đắt lắm và ngày một rẻ hơn, nhỏ gọn và nhẹ nhàng, đo dễ, nhanh chóng, không tốn kém, không phá hủy mẫu.

Có nhiều loại dụng cụ đo từ tính theo các nguyên tắc khác nhau :

a. Loại dựa trên nguyên tắc đo lực cần thiết dùng để tách đầu đo (thỏi nam châm nhỏ nhọn đầu) khỏi bề mặt vật mạ cần đo chiều dày.

Loại này rẻ, đơn giản, chính xác, thường dùng để đo chiều dày:

Lớp phủ không từ tính trên nền có từ tính (Cu trên Fe, lớp sơn trên thép);

Lớp phủ từ tính trên nền không từ tính (Ni trên đồng thau ..);

Lớp phủ từ tính trên nền từ tính (Ni trên Fe). Cấu tạo tương tự như một lực kế : đầu đo là một thỏi kim loại nhọn đầu, có từ tính xác định, đầu kia gắn với một lò xo mang mũi kim chạy dọc theo một háy nhiều thang chia độ mỗi khi lò xo co giãn.

Khi đo đặt mũi nhọn của đầu đo lên bề mặt lớp mạ, sơn, phủ cần đo chiều dày (đã được kẹp cố định) cho chúng hút nhau, nâng dần dụng cụ đỡ lên và lò xo sẽ dần ra, đến lúc nào đó đầu đo. Sẽ tách khỏi bề mặt cần đo, giá trị mà mũi kim chỉ trên thang chia độ lúc này cho biết trực tiếp giá trị chiều dày lớp mạ, lớp sơn hay lớp phủ hoặc giá trị gián tiếp cần phải tra tiếp trên đồ thị chuẩn (bán kèm theo dụng cụ đo) để biết chiều dày của lớp cần đo. Mỗi kiểu loại đầu đo có những thang độ dày hay đồ thị chuẩn riêng cho từng tổ hợp lớp mạ, sơn, phủ và nền. Mỗi dụng cụ đo có bán kèm theo các mẫu chuẩn có chiều dày lớp mạ, sơn, phủ rất chính xác để định kỳ hiệu chỉnh lại dụng cụ đo.

b. Loại dựa trên nguyên tắc đo biến thiên từ kháng do lớp phủ là vật liệu không từ tính nằm ngăn cách giữa đầu đo với nền sắt từ gây ra.

Loại này tương đối phức tạp, độ chính xác thấp nên ít phổ biến hơn. Chỉ dùng đo chiều dày lớp phủ không từ tính trên nền thép như lớp sơn, lớp mạ đồng ...:

c. Loại dựa trên nguyên lý : dòng điện cao tần ở bộ phận đầu đo phát ra một trường điện từ tần số cao vào mẫu thử và được cảm ứng gây nên dòng điêaa/xaáy trong nền (và cả trong lớp mạ). Pha và biên độ dòng xoáy này phụ thuộc nhiều vào chiều dày lớp phủ bên trên nhất là lớp không dẫn điện. Đo cường độ dòng xoáy này rồi tra đồ thị chuẩn (bán kèm theo máy) để biết chiều dày lớp phủ. Phương pháp này dùng càng tốt khi độ dẫn điện và/hay tính chất từ của lớp phủ và của nền càng khác nhau. Ví dụ : Lớp mạ Ni trên nền thép không nên dùng cách đo ;loại này, nhưng lại rất tốt khi đo lớp sơn trên kim loại hoặc lớp oxit trên nhôm.

Thường xuyên phải hiệu chỉnh dụng cụ theo đường chuẩn bằng cách dùng một màng mỏng không dẫn điện đã biết chính xác chiều dày áp lên nền kim loại trần và đặt đầu dò chồng lên để đo rpi hiệu chỉnh. Nhiều yếu tố ảnh hưởng đến kết quả đo như độ dẫn điện của nền, vật lạ có mặt tại điểm đo, áp suất đầu đo, độ nhám bề mặt, nhiệt độ. Vì vậy khi hiệu chỉnh phải tiến hành tại điểm nào khá tương đồng với điểm sẽ đo trên bề mặt mẫu.

Khi đo lớp phủ có chiều dày dưới 5 pm phải đo lặp lại nhiều lần trên cùng một điểm để tránh sai số" lớn. .Lớp phủ có chiều dày dưới 3 pm không nên đo bằng phương pháp này. Sai số đọc $\pm 0,5 \mu\text{m}$.

d. Loại dùng lõi sắt mềm đặt trong ống solenoid.

Lõi thép có thể chuyển động, tự do trong vòng Solenoid. Khi đo chiều dày lớp mạ, đặt một đầu ống lên mẫu thử, áp một điện thế xoay, chiều vào solenoid và lõi sắt cảm ứng trở thành nam châm, hút mẫu thử. Nhấc dần ống solenoid lên cho đến khi lõi sắt nhả khỏi mẫu. Chiều dày mẫu là hàm số" của chiều cao nâng solenoid lên, nó được ghi nhận và chuyển đổi rồi cho kết quả trực tiếp thành chiều dày của mẫu tính bằng micron.

Loại này có thể đo được chiều dày trong phạm vi từ 3 pm đến 2 mm.

Để tăng độ chính xác của phép đo từ tính gần chú ý : - Không đo tại các điểm lõm, hố sâu, đáy lỗ, cạnh mép ... vì sẽ bị nhiễu;

Cần đo ở trạng thái yên tĩnh, không rung động để tránh gây sai số lớn; ứng suất nội trong lớp mạ (như trong lớp mạ Ni, lớp mạ Cr) làm sai lệch kết quả đo, cần ủ nhiệt khử ứng suất trước khi đo.

Mức nhiễm của kim loại nền càng lớn (như thép ít cacbon ...) thì sai số đo càng lớn. Khi đó phải hiệu chỉnh dụng cụ đo theo thuyết minh chỉ dẫn của dụng cụ trước khi đo.

Mài và đánh bóng cơ học cũng ảnh hưởng đến từ tính của kim loại nền cũng ảnh hưởng đến kết quả đo. Hiện nay có nhiều loại máy đo độ dày các lớp mạ, sơn, phủ bán trên thị trường khá hiện đại, tiện lợi và chính xác. Xin lấy một vài ví dụ :

Máy LH-300 chuyên dùng để đo độ dày lớp phủ không dẫn điện trên nền không sắt từ, như lớp nhôm oxit trên nền nhôm cùi cùi hạn. Các chỉ tiêu kỹ thuật của máy này như sau : Dải đo từ 0 đến 800 μm ; độ phân giải 1 μm ; độ chính xác $\pm 3\%$; đầu đo cho phép xác định chiều dày tại một điểm; kết quả đo được hiển thị bằng số trên màn hình tinh thể lỏng LCD.

Máy PERMASCOPE MPO của Pháp đo chiều dày các lớp phủ như sơn, caosu, men cũng như lớp mạ crom, đồng, kẽm trên nền sắt thép, đo không phá huỷ mẫu.

Máy ISOSCOPE MPO đo chiều dày các lớp cách điện trên nền là kim loại màu như lớp sơn, Vécni trên nền hợp kim nhẹ hay trên đồng, hoặc lớp oxit anot hoá của các hợp kim nhẹ. Máy đo rất gọn nhẹ; nặng khoảng 200 g, dễ đo, không cần mẫu chuẩn các

đầu đo có độ chính xác cao, hiển thị kết quả đo bằng số trên màn tinh thể lỏng LCD, có thể nối kết với máy tính để lưu giữ số" liệu hay với máy in để in kết quả đo thành văn bản.

Máy *ELCOMTER 256* của Pháp đo chiều dày các lớp phủ không từ tính trên nền sắt thép có các cỡ đo từ 0 đến 250 μm ; từ 0 đến 1250 μm và từ 0 đến 4 mm. Hoặc loại máy đo tất cả các lớp phủ không dẫn điện có chiều dày trong khoảng 0 -500 μm trên nền kim loại màu. Kết quả đo được phân tích, thống kê và ghi lại bằng máy in.

Ngoài ra còn nhiều máy có chức năng tương tự như *MINITEST 4000* có 10 đầu đo kèm theo, hoặc như loạt máy *POSITECTOR* hay *POSIPLOT* của Đức đo các loại lớp phủ trên các loại nền có từ tính hay không từ tính, chúng đều có màn hiển số tinh thể lỏng hoặc in. kết quả ra giấy...

Máy *CAVIDERM CD 10* chuyên đo chiều dày lớp đồng trong các lỗ của bản mạch in. Máy có khả năng tự động tìm và định tâm các lỗ mạch, đo nhiều điểm, kiểm tra đường kính lỗ và chiều dày của mạch in, đọc trực tiếp kết quả đo (bằng μm) và lưu giữ lại, có thể kết nối với máy tính để thể hiện kết quả đo dưới dạng đồ thị...

8.3.5. Phương pháp cơ học đo chiều dày lớp mạ

Có nhiều phương pháp cơ học , đo chiều dày lớp mạ, nhưng không có phương pháp nào được sử dụng một cách phổ biến. Sau đây là vài phương pháp đáng chú ý là :

*** Phương pháp dùng micromet**

Đây là phương pháp đơn giản nhất, nhưng trước khi đo phải hoà tan hết kim loại nền (nhưng lớp mạ không bị hoà tan). Nếu chiều dày lớp mạ bé thường cho kết quả đo với sai số lớn. Nếu chiều dày lớp mạ lớn và nhám thì kết quả đo phản ánh chiều dày cực đại của lớp mạ, còn chiều dày cực tiểu hay chiều dày trung bình không đo được. Nếu nền đã biết chính xác chiều dày từ trước thì sau khi mạ đo chiều dày tổng rồi trừ đi chiều dày nền và chia đôi sẽ được chiều dày lớp mạ (không cần hoà tan nền), nhưng kết quả đo vẫn mang nhược điểm như trên.

*** Phương pháp mài hay dũa**

Mẫu tròn (có bán kính R) dùng dũa phẳng dũa lớp mạ cho đến khi chớm lộ kim loại nền ra. Nếu mẫu phẳng dùng bánh mài chính xác (có đường kính R) mài mòn lớp mạ tại một chỗ cho đến khi chớm lộ kim loại nền thì dừng. Đo đường kính vết dũa hay chiều rộng vết mài (D).

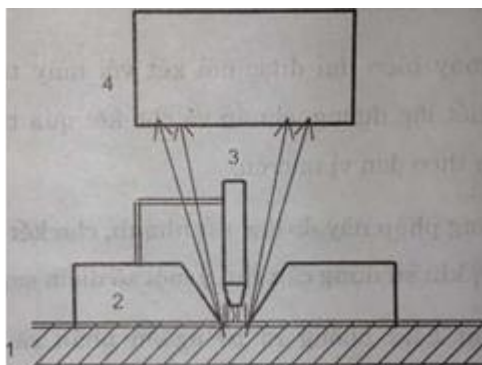
Phương pháp này mẫu bị phá huỷ và khó xác định chính xác lúc nào kim loại nền chớm lộ ra cũng như đo chính xác chiều rộng D hay bán kính R , cho nên sai số của phép đo thường rất lớn, phụ thuộc nhiều vào tay nghề.

8.3.6. Phương pháp phản hồi beta

Phương pháp này dựa trên tính chất của hạt beta và tác dụng của nó với vật chất mà nó xây dựng nên. Hạt beta là những điện tử chuyển động rất nhanh được phóng ra từ các chất đồng vị phóng xạ trong quá trình tự phân rã của nó. Các chất đồng vị phóng xạ thường dùng cho mục đích này là : thalli (Te) 204, promethi (Pm) 14 và stronti (Sr) 90.

Khi đặt chất đồng vị phóng xạ sát với một kim loại nào đó thì một số các hạt beta đã phóng ra lại bị phản xạ hay phản hồi từ kim loại này mà quay trở lại nguồn phát. Mật độ các điện tử phản hồi này phụ thuộc vào khối lượng và bản chất của kim loại ấy. Trong trường hợp kim loại này lại là một tổ hợp gồm kim loại nền và lớp mạ ở trên thì có một số hạt beta được phản hồi từ kim loại nền và một số hạt beta khác lại được phản hồi từ kim loại mạ. Nếu số thứ tự nguyên tử của kim loại mạ và kim loại nền khác nhau trên 3 thì có thể đo được khối lượng lớp mạ tại điểm có đặt chất đồng vị phóng xạ.

Hình 2 trình bày sơ đồ bộ phận chính của thiết bị đo chiều dày lớp mạ bằng phương pháp phản hồi beta. Mẫu thử là tấm kim loại phang đã có sẵn lớp mạ cần đo chiều dày. Một hạt saphia trong suốt có iỗ hình nón cụt được đặt lên mặt mẫu thử, sao cho đáy nhỏ hình nón cụt áp với bề mặt lớp mạ. Chất đồng vị phóng xạ đặt trong một ống nhỏ nhọn đầu và được gá sát đầu nhọn với bề mặt cần thử nằm trong lòng của hạt saphia. Phía sau nguồn phát beta là một ống đếm phóng xạ Geiger - Muller để đếm số, hạt beta phản hồi trong một thời gian xác định.



Hình 2. Sơ đồ thiết bị beta phản hồi đo chiều dày lớp mạ

1- mẫu thử gồm kim loại nền và lớp mạ; 2- hạt saphia;

3- ống phóng hạt hêta; 4- máy đếm hạt bêta phản hồi.

Để đo-chiều dày cực bộ của lớp mạ trên mẫu thử trước tiên phải hiệu chỉnh máy, cách làm như sau:

- Đo số đếm hạt bêta từ mẫu là kim loại nền (để trần).

- Đo số đếm từ mẫu là kim loại mạ có độ dày đủ lớn.

- Đo số đếm của hai mẫu chuẩn là tổ hợp kim loại nền và lớp mạ, trong đó các lớp mạ đã biết chính xác chiều dày.

Căn cứ vào kết quả đo vẽ thành đường chuẩn theo quan hệ log chiều dày – số đếm. Sau đó máy được coi là đã sẵn sàng để đo mẫu cần thử.

Các máy hiện đại được nối kết với máy tính có khả năng tự thiết lập đường chuẩn, và cho kết quả trực tiếp độ dày lớp mạ theo đơn vị micron.

Phương pháp này đo đặc rất nhanh, cho kết quả chính xác, nhưng khi sử dụng cần chú ý một số điểm sau :

Số hạt bêta phóng ra từ nguồn phân rã; phóng xạ không phải là một hằng số mà dao động theo quy luật Gausse nên số hạt bêta phản hồi cũng sẽ dao động quanh một giá trị nào đó. Cho nên để có giá trị đo chính xác phải đo trong một thời gian tương đối dài, thường là 60 s.

Độ nhạy của phép đo phụ thuộc vào số thứ tự nguyên tử của kim loại mạ và kim loại nền. Hiệu số giữa chúng càng lớn độ nhạy càng cao.

8.3.7. Phương pháp phổ huỳnh quang tia X đo chiều dày lớp mạ

Tia X được sinh ra bằng cách chiếu chùm điện tử đã được tăng tốc bằng điện thế cao lên một bia anot kim loại (thường là vonfram hay molipđen). Các điện tử tốc độ cao này tác dụng lên các vành điện tử trơ của vật liệu bia anot, làm các điện tử của bia anot bị đẩy lên trạng thái kích thích tạm thời có năng lượng cao hơn. Liền sau đó các điện tử bị kích thích này lại trở về trạng thái ổn định cũ của mình và giải phóng ra phần năng lượng dôi dư dưới dạng tia X. Các tia X này có dải chiều dài sóng hay dải năng lượng khá rộng.

Nếu hướng các tia X nói trên lên một kim loại nào đó thì đến lượt các tia X này cũng sẽ làm tăng mức năng lượng của các điện tử trơ của kim loại bị chiếu, đặc biệt là các điện tử của orbital K và L, lên trạng thái bị kích thích tạm thời và mang một năng

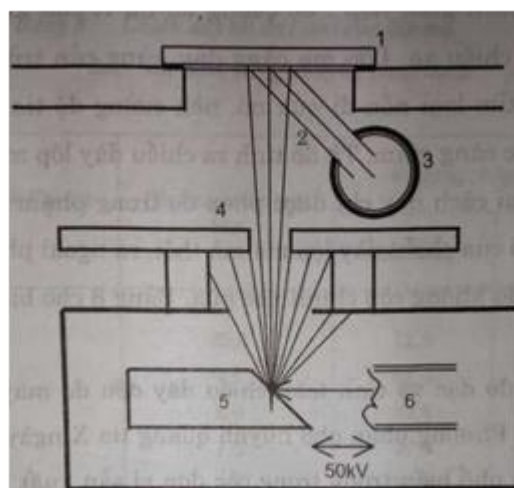
lượng cao hơn. Khi các điện tử này trở về mức năng lượng cũ vốn có của mình sẽ giải phóng ra phần năng lượng dôi dư dưới dạng tia X huỳnh quang. Tuy nhiên trong trường hợp này, các tia X huỳnh quang chỉ có chiều dài sóng hay mức năng lượng xác định mà thôi và nó đặc trưng cho kim loại đã phát ra tia X huỳnh quang. Do đó bằng cách đo chiều dài sóng hay năng lượng của bức xạ đặc trưng này có thể nhận biết được kim loại đã phát ra bức xạ đó là kim loại gì.

Trường hợp kim loại bị chiếu tia X lại là một mẫu mạ, gồm kim loại nền và kim loại mạ ở trên thì chúng sẽ phát ra hai bức xạ đặc trưng, một của kim loại mạ, một của kim loại nền. Bức xạ do nền sinh ra phải xuyên qua lớp mạ mới tới được máy đo đếm nên bị lớp mạ cản trở làm nó yếu đi. Lớp mạ càng dày, bức xạ của nền đo được càng yếu. Bức xạ do kim loại mạ phát ra được đo đếm toàn bộ.

Đó là cơ sở để xây dựng nên phương pháp phổ huỳnh quang tia X đo chiều dày. Hình 3 trình bày sơ đồ khối thiết bị đo chiều dày theo phương pháp này. Tia X được sinh ra từ .bia anot kim loại được hội tụ lại và đi qua ống chuẩn trực rồi chiếu lên mẫu thử. Tia X tác dụng với cả kim loại mạ lẫn kim loại nền của mẫu thử và mọi kim loại này phát ra một bức xạ đặc trưng riêng của mình. Detector có khả năng phát hiện và đếm riêng số photon tia X huỳnh quang của hai bức xạ đặc trưng cho từng kim loại.

Trước khi đo cần chuẩn bị và hiệu chỉnh máy như sau: 1

- Đo bức xạ đặc trưng của riêng kim loại nền;
- Đo bức xạ đặc trưng của riêng kim loại mạ từ mẫu có chiều dày đủ lớn;



Hình 3 Sơ đồ thiết bị đo chiều dày bằng phổ huỳnh quang tia X

- 1- mẫu thử; 2- tia X huỳnh quang đặc trưng; 3- detector;
4- ống chuẩn trực; 5- bia anot; 6- nguồn phát điện tử.

Đo ít nhất hai mẫu chuẩn tổ hợp gồm lớp mạ/nền đã biết chính xác chiều dày lớp mạ. Sau đó đo các mẫu cần nghiên cứu theo hai cách :

- *Cách trực tiếp*: đo cường độ huỳnh quang phát ra từ lớp mạ khi bị chiếu tia X. Chiều dày lớp mạ càng lớn cường độ huỳnh quang càng lớn. Từ đó tính ra chiều dày lớp mạ.

- *Cách gián tiếp*: đo cường độ tia X của kim loại nền khi bị chiếu xạ. Lớp mạ càng dày, càng cản trở mạnh tia X của kim loại nền đi qua nó, nên cường độ tia X của nền đo được càng giảm. Từ đó tính ra chiều dày lớp mạ.

Cả hai cách này chỉ được phép đo trong phạm vi giới hạn nào đó của chiều dày lớp mạ mà thôi, ra ngoài phạm vi này phép đo không còn chính xác nữa.

Việc đo đạc và tính toán chiều dày đều do máy tính thực hiện. Phương pháp phổ huỳnh quang tia X ngày càng được dùng phổ biến trong công nghiệp, các đơn vị sản xuất vì giá máy đo ngày một hạ, - thời gian đo nhanh, kết quả chính xác, sai số $\sim 2\%$.

Tuy nhiên cũng giống như phương pháp phản hồi tia beta, phương pháp này cũng nhạy với tỷ trọng riêng thực tế của kim loại mạ được chiếu tia X để đo thử. Nếu tỷ trọng riêng thực tế của kim loại mạ thay đổi theo điều kiện sản xuất, điện phân cụ thể nơi sản xuất thì sai số phép đo sẽ lớn lên rất nhiều. Lúc đó cần so sánh kết quả đo theo phương pháp này với kết quả đo theo phương pháp nhiễu xạ tia X để hiệu chỉnh lại.

9. AN TOÀN VÀ VỆ SINH MÔI TRƯỜNG

9.1. Làm sạch nước thải trong quá trình mạ

Nước thải của tất cả các quá trình mạ là những chất độc, gây ô nhiễm mạnh, có hại đến sự sống của con người cũng như động, thực vật khác.

Trong một quy trình mạ khép kín, cần phải coi trọng quá trình xử lý nước thải. Giá thành xử lý nước thải phụ thuộc vào loại, hàm lượng chất độc hại có trong nước thải và vào thể tích toàn bộ lượng nước thải.

Người ta phân chia các loại nước thải thành hệ:

- Dung dịch có tính axit.
- Dung dịch có tính kiềm.
- Dung dịch có chứa muối kim loại nặng.
- Dung dịch có chứa axit crômíc và các muối crômát.
- Dung dịch xyanua.

Các loại nước thải trên có thể xuất phát từ quá trình rửa sau khi tẩy dầu mỡ, tẩy gỉ, làm bóng hoặc rửa sau quá trình mạ, rửa sau khi crôm hóa, photphat hóa v.v... Nước rửa luôn chứa các thành phần đã trình bày ở trên. Nếu rửa với lượng nước lớn, nồng độ các chất độc giảm, còn rửa với lượng nước nhỏ, nồng độ chất độc cao. cần chọn phương pháp rửa sao cho thể tích nước được dùng ít, đồng thời giảm được nồng độ chất độc có trong nước thải, đạt được hiệu quả làm sạch cao.

Trong thực tế công nghiệp thường sử dụng phương pháp phun nước bằng không khí nén để rửa. Nước thải được chứa vào bể chứa kín và trung hòa đến mức khả năng gây độc mới thải ra ngoài.

Phương pháp trung hòa chất độc trong nước thải phổ biến nhất là phương pháp hóa học. Phương pháp này dựa trên việc dùng thuốc thử để phân hủy chất độc hoặc làm kết tủa các chất độc ở dạng hòa tan hoặc tách chất độc qua hệ thống lọc.

Làm sạch nước thải bằng phương pháp hóa học có thể tiến hành liên tục hay theo chu kỳ. Với lượng nước thải khoảng 70l/ph thường sử dụng phương pháp làm sạch theo chu kỳ. Khi lượng nước thải lớn, thường sử dụng phương pháp làm sạch liên tục. Phương pháp liên tục thường sử dụng thiết bị đắt tiền, khó sử dụng (ví dụ cột trao đổi ion).

Nước thải trong quá trình tẩy gỉ thường có chứa axit H_2SO_4 và đôi khi là axit HCl , trong trường hợp đặc biệt có HNO_3 , axit HF . Dung dịch nước thải trong quá trình tẩy gỉ

còn chứa sắt và các kim loại nặng khác. Quá trình khử tiến hành trong các bể chứa bèn axit.

Để trung hòa các axit trong nước thải người ta dùng dung dịch xút NaOH hoặc nước vôi Ca(OH)_2 . Ngoài việc trung hòa ion H^+ trong nước rửa, dung dịch Ca(OH)_2 còn có tác dụng làm kết tủa một số kim loại nặng dưới dạng sulfat hoặc hydroxit canxi. Sự trung hòa tiến hành đến giá trị $\text{pH} = 7-9$, cần khuấy mạnh dung dịch. Quá trình cần tiến hành trong 2 bể : 1 bể để trung hòa, 1 bể để cho các kết tủa lắng xuống.

Các nước thải có chứa ion hydroxyl (OH^-) chủ yếu do quá trình rửa chi tiết sau khi tẩy dầu mỡ. Để trung hòa chúng thường dùng axit H_2SO_4 kỹ thuật. Sự trung hòa tiến hành đến khi pH đạt giá trị 6 - 8.

9.2. An toàn lao động trong phân xưởng mạ

Người công nhân, kỹ thuật viên lao động trong phân xưởng mạ phải tuyệt đối thực hiện mọi chỉ dẫn về an toàn lao động, nội quy phòng cháy, chữa cháy, phòng chống độc hại do hóa chất.

Phân xưởng mạ cần phải thoáng và rộng rãi, có quạt thông gió, các máy móc hoạt động phải được bố trí một cách khoa học, hợp lý. Kỹ thuật viên phải là người thông thạo, có kinh nghiệm quản lý mọi công đoạn trong phân xưởng.

Phân xưởng phải có tủ thuốc cấp cứu sơ bộ, phòng tránh độc, có các dụng cụ phòng chống cháy, nội quy phòng chống cháy, an toàn về điện, an toàn về phòng chống độc hại do hóa chất gây nên.

Công nhân trong giờ làm việc phải mặc quần áo bảo hộ lao động và phải mang các trang bị bảo hộ lao động cần thiết như găng tay, ủng, khẩu trang, v.v... Khi lao động trong môi trường có khí độc thoát ra cần sử dụng mặt nạ phòng độc. Trong thời gian lao động trong phân xưởng mạ, tránh ăn uống, hút thuốc, tránh nói chuyện, đùa giỡn, không dùng tay tiếp xúc trực tiếp với hóa chất. Không được để đồ, vải hóa chất ra nền nhà, bàn ghế, quần áo hoặc các dụng cụ khác.

Trong trường hợp sơ ý, đổ hóa chất ra ngoài, phải biết cách giải quyết nhanh, có hiệu quả

Các chất độc như xyanua phải được giữ kín, quản lý chặt chẽ, an toàn. Mọi dụng cụ có sử dụng xyanua cần phải được rửa, trung hòa trong dung dịch FeSO_4 để khử độc. Khi sơ ý làm đổ hoặc dây rớt xyanua ra ngoài phải dùng FeSO_4 (dung dịch đặc) để khử độc. Các axit đổ vãi ra ngoài phải dùng giẻ khô lau và rắc vôi bột lên.

Khi pha loãng axit H_2SO_4 đậm đặc, không được rót nước vào axit mà phải rót từ từ axit H_2SO_4 vào nước, khuấy đều, nhớ đeo kính bảo hộ.

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 bảo đảm chắc chắn.

*** Ngộ độc hóa chất - cách xử lý:**

1. Xyanua:

NaCN , KCN hay khí HCN là những chất cực kỳ độc. Liều tử vong đối với xyanua là 0,2 - 0,3g, đối với HCN là 0,12mg.

Khi bị ngộ độc xyanua, người bị mất cảm giác, cổ rát, chảy nước bọt, tức ngực, đau dạ dày, mạch yếu. Ta phải lập tức đặt người bị nhiễm độc ra nơi thoáng gió, rửa dạ dày bằng dung dịch thuốc tím KMnO_4 1g/l, và đưa ngay đến bệnh viện.

Trong mọi thao tác có liên quan đến xyanua cần phải thận trọng, không tiếp xúc trực tiếp, tránh thở hít phải khí HCN . Mọi đồ dùng khi làm việc có liên quan với xyanua cần được ngâm tẩy trong dung dịch FeSO_4 .

2. Các chất axit: HCl , H_2SO_4 , HNO_3

Axit H_2SO_4 đậm đặc rất nguy hiểm, những vết thương khó chữa...

Axit H_2SO_4 đậm đặc phải chứa trong bình chì, nhựa dày chắc chắn, có nắp chắc, kín, đặt vào chỗ an toàn. Không được để dính axit H_2SO_4 ra ngoài. Khi bị axit H_2SO_4 đậm đặc dính vào da, cần lập tức xối rửa kỹ dưới vòi nước mạnh và rửa lại bằng dung dịch xoda.

Axit HNO_3 đặc bốc khói trắng mạnh, độc hại đối với đường hô hấp. Cần chứa axit HNO_3 vào chai nhựa, thủy tinh màu, chắc chắn. Các chất dễ cháy như xăng, dầu, cồn, nhựa, dầu thông v.v... không được để tiếp xúc với các axit HNO_3 , H_2SO_4 đậm đặc. Khi axit HNO_3 dính vào da, cần lập tức xối rửa kỹ dưới vòi nước mạnh và rửa lại bằng dung dịch xoda.

3. Các chất kiềm NaOH , KOH , Ca(OH)_2

Các chất kiềm NaOH , KOH là những chất kết tinh, màu xám đục, hút ẩm mạnh, tan trong nước phát nhiệt rất mạnh. Dung dịch NaOH phá hủy giấy, gỗ, vải, phá hủy da, gây bỏng nguy hiểm. Nếu bị dính xút, ta phải rửa thật nhiều nước (hết nhò), rửa lại bằng dấm loãng hay nước chanh vắt. Nếu dung dịch NaOH dấy ra bàn ghế, vải v.v... phải dùng giẻ lau khô, dùng dấm loãng rửa lại. Không may uống nhầm phải dung dịch NaOH , ta phải cho nôn ngay, rồi uống dung dịch dấm loãng, sau đó uống sữa, lòng trắng trứng.

4. Đồng và hợp chất của đồng (*gỉ đồng, sulfat đồng, xyanua đồng*)

Những hợp chất đồng khi nhiễm vào cơ thể gây viêm, sưng ống thực quản, bí đại, nôn mửa, kinh giật, mạch yếu... Xử lý bằng gây nôn, uống lòng trắng trứng.

5. Chì và hợp chất của chì: (*hơi chì, PbO , Pb_3O_4 , $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$*)

Khi nhiễm độc chì, niêm mạc ở lưỡi bị trắng, nhức đầu, đau vùng thượng vị, nôn ra chất màu trắng, đau từng cơn, mê sảng, co giật, tê liệt, mạch cứng... Khi uống nhầm phải dung dịch có chứa chì cần cho nôn ngay, sau đó cho uống dung dịch magiê sulfat MgSO_4 20 - 30g, rửa dạ dày bằng than hoạt tính (một thìa than trong một cốc nước), đưa ngay đến bệnh viện.

6. Kẽm và các hợp chất của kẽm : (ZnSO_4 , ZnCl_2 , ZnO ...)

Các hợp chất kẽm có thể gây độc cho người với các triệu chứng : vị chát, buồn nôn, bông rớt dạ dày, mạch không đều, ón lạnh.

Xử lý bằng cách cho uống nước nóng và gây nôn, sau đó cho uống dung dịch xoda loãng 5% hoặc sữa.