

TRẦN MINH HOÀNG

MẠ CROM

Lý thuyết và ứng dụng

NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA – HÀ NỘI

Biên mục trên xuất bản phẩm của Thư viện Quốc gia Việt Nam

Trần Minh Hoàng

Mạ Crom - Lý thuyết và ứng dụng / Trần Minh Hoàng. - H. : Bách khoa Hà Nội,
2013. - 188tr. : hình vẽ, bảng ; 24cm

Thư mục: tr. 182

ISBN 9786049113901

1. Mạ kim loại 2. Mạ crom

671.7 - dc14

BKB0062p-CIP

LỜI NÓI ĐẦU

Mạ crom là một trong những lớp mạ quan trọng và phổ biến nhất trong công nghệ mạ điện. Ngày nay, các sản phẩm mạ bảo vệ – trang sức cao cấp nhất không thể thiếu sự góp mặt của lớp mạ crom, các sản phẩm mạ cần độ cứng bề mặt cao nhất, bền mòn nhất cũng không thể tránh khỏi việc phải nhờ đến lớp mạ này.

Mặt khác, từ ngày đất nước mở cửa, thực hiện công nghiệp hóa, hiện đại hóa đã thúc đẩy ngành mạ điện phát triển rất nhanh, rất mạnh. Cũng như nhiều công nghệ mạ khác, mạ crom cũng được nhiều nước nhiệt tình chuyển giao công nghệ, cung ứng vật tư, hóa chất, thiết bị và nhanh chóng triển khai, tổ chức sản xuất tại nước ta. Kết quả là nhiều cơ sở mạ điện, trong đó có mạ crom, đã có dịp mọc lên khắp nơi trong thời gian gần đây tại Việt Nam.

Trong khi đó tài liệu về công nghệ mạ crom ở nước ta hiện nay thường chỉ gói gọn thành một chương, xuất hiện rải rác trong các sách mạ điện hay trong các bản thuyết minh hướng dẫn sản xuất của các nhà máy..., nói chung đều rất tóm tắt, ngắn gọn, thiên về thực hành, sản xuất. Một tài liệu thật nghiêm túc, đầy đủ về mạ crom, từ lý thuyết đến ứng dụng, làm cẩm nang tin cậy cho những người làm quản lý và kỹ thuật mạ điện tại các nhà máy, làm hướng đạo chỉ dẫn cho những người đang học tập, nghiên cứu về mạ crom tại các trường đại học, cao đẳng, viện nghiên cứu... vẫn chưa có mặt tại nước ta.

Cuốn sách **MẠ CROM – Lý thuyết và ứng dụng** ra đời nhằm mục đích đáp ứng nhu cầu cấp thiết này, đồng thời cũng lấp kín được chỗ trống dai dẳng không đáng có đó.

Sách sẽ trình bày kỹ về lý thuyết cơ bản và đặc điểm của quá trình mạ crom; tính chất và cấu trúc của lớp mạ crom; các loại dung dịch mạ crom; công nghệ mạ crom trang sức – bảo vệ; công nghệ mạ crom cứng và mạ phục hồi kích thước... Sách cũng giới thiệu các trang thiết bị, vật tư, hóa chất phục vụ cho mạ crom; các phương pháp phân tích, kiểm tra, đo đạc trong mạ crom. Những phương pháp công nghệ về an toàn lao động, bảo vệ môi trường, xử lý nước thải trong quá trình mạ crom được đặc biệt chú ý.

Về danh pháp và thuật ngữ hóa học được dùng theo cuốn *Từ điển Hóa học và Công nghệ Hóa học Anh – Việt* của Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật (1977).

Sách được biên soạn lần đầu nên chắc chắn sẽ không tránh khỏi nhiều thiếu sót, rất mong nhận được sự phê bình, góp ý của độc giả.

Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về: Nhà xuất bản Bách Khoa – Hà Nội, ngõ 17, Tạ Quang Bửu, Hai Bà Trưng, Hà Nội.

Email: nxbbk@hust.edu.vn

Nhà giáo ưu tú
PGS. TS. Trần Minh Hoàng

LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN MẠ CROM

Không nản chí trước nhiều lần thất bại về nghiên cứu mạ crom, năm 1856 A. Geuter đã thành công trong việc mạ crom từ dung dịch axit cromic. Ông sử dụng các dung dịch CrO_3 có nồng độ từ 50 đến 143 g/l để nghiên cứu và rút ra được các kết luận: Khi điện phân, trên anot có oxy thoát ra, còn trên catot axit cromic được khử thành crom kim loại đồng thời có hydro thoát ra. Nhưng sau đó vài năm H. Buft kiểm tra lại thí nghiệm này và đã không thu được crom kim loại trên catot, vì vậy các công bố của A. Geuter bị nghi ngờ là không đúng. Mãi nửa thế kỷ sau các tài liệu của A. Geuter mới được chú ý trở lại, sau khi H.R. Carveth và B.E. Curry công bố công trình mạ crom đầu tiên của mình vào năm 1905.

Carveth và Curry là những người đầu tiên khẳng định tác dụng xúc tác của ion SO_4^{2-} đến quá trình điện kết tủa crom từ dung dịch axit cromic và đã kết luận rằng kim loại crom được kết tủa trực tiếp từ ion Cr^{6+} mà nồng độ của nó, theo ý kiến của họ, thường tăng lên rất nhiều trong dung dịch dưới tác dụng của phụ gia H_2SO_4 . Kết quả nói trên của Carveth và Curry đã được J. Voisin kiểm tra lại rất cẩn thận. Voisin đã tốn nhiều công sức để làm sạch axit cromic, loại bỏ đến hết ion SO_4^{2-} ra khỏi hóa chất CrO_3 để pha dung dịch mạ và làm thí nghiệm, cuối cùng đã chứng minh được rằng trong dung dịch axit cromic nếu không có mặt ion SO_4^{2-} thì crom kim loại không thể điện kết tủa được.

Ngay sau đó không lâu F. Salzer đã làm nhiều thí nghiệm để điều chế kim loại crom bằng phương pháp điện giải và đã nhận được ba bằng phát minh tại nhiều nước khác nhau trong các năm 1908 – 1909. Những phát minh này của Salzer cũng đã được F. Foerster kiểm tra và xác nhận tính đúng đắn của nó. Trong phát minh được công nhận tại Đức, Salzer đã dùng dung dịch gồm có 11% Cr_2O_3 , 13% CrO_3 và 12% $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$. Hiệu suất dòng điện của nó rất thấp. Rõ ràng dung dịch này khác xa với các dung dịch mạ crom hiện nay.

Công trình nghiên cứu đầy đủ và tỷ mỉ nhất về công nghệ mạ crom từ dung dịch axit cromic đã được G.J. Sargent tiến hành trong khoảng thời gian từ 1909 đến 1914, nhưng mãi đến năm 1920 mới được công nhận. Sargent đã nghiên cứu nhiều dung dịch có thành phần khác nhau, với những tỷ lệ axit cromic và ion sunfat ($\text{CrO}_3/\text{SO}_4^{2-}$) khác nhau và tiến hành mạ ở các nhiệt độ từ 10 đến 35°C. Ông rất thích dùng nhiệt độ thấp nhằm đạt được hiệu suất dòng điện thoát crom lớn hơn. Cuối cùng Sargent đã đề nghị dùng dung dịch mạ crom gồm 24,5% axit cromic và 0,3% crom sunfat. Thật thú vị là, tuy Sargent đã đề nghị tiến hành mạ dung dịch này tại nhiệt độ 20°C với mật độ dòng điện catot (D_c) là 10 A/dm², thế nhưng nó chẳng khác gì mấy với dung dịch mạ crom có nồng độ trung bình (300 g/l CrO_3) mà hiện nay vẫn đang dùng.

Cùng thời gian ấy và không liên hệ gì với Sargent, E. Liebreich ở Đức (những năm 1930) đã tiến hành một công trình nghiên cứu đồ sộ về điện kết tủa crom từ dung dịch axit cromic. Liebreich đã xác định được các điện thế phân hủy khác nhau từ dung dịch axit cromic. Ông đã phát hiện trên đường cong phân cực có bốn nhánh rất rõ ràng. Mỗi nhánh của đường

cong này tất phải do một quá trình riêng biệt gây ra. Từ đó Liebreich đi đến kết luận rằng việc khử điện hóa axit cromic đến crom kim loại ắt phải xảy ra theo ba nấc liên tiếp như sau:

$\text{Cr}^{6+} \longrightarrow \text{Cr}^{3+} \longrightarrow \text{Cr}^{2+} \longrightarrow \text{Cr}$. Nấc thứ 4, ứng với nhánh trên cùng của đường cong phân cực, chủ yếu là do hydro phóng điện gây nên. Liebreich đã bảo vệ luận điểm này của mình bằng cách tiến hành nhiều công trình nghiên cứu tiếp sau đó. Ông đã được tặng nhiều bằng phát minh cho những công trình có tác dụng lớn trong thực tế sản xuất và tạo dựng nên một nền tảng lý luận vững chắc làm cơ sở cho sự phát triển nhanh chóng quá trình điện kết tủa crom trong nhiều lĩnh vực công nghiệp khác nhau ở châu Âu.

Trong khi đó E. Muller sau nhiều nghiên cứu đã khẳng định rằng axit cromic được khử trực tiếp trên catot thành crom kim loại, không qua các nấc trung gian, còn tác dụng của phụ gia xúc tác là làm tan màng catot và tạo nên nhiều lỗ xốp trong màng. Những lý thuyết trái ngược nhau này đã làm dấy lên nhiều nghiên cứu và tranh cãi trong lĩnh vực lý thuyết mạ crom suốt một thời gian dài.

Năm 1924, việc lần đầu tiên mạ được crom bóng trong điều kiện sản xuất đã tạo nên một bước ngoặt quan trọng trong nghiên cứu và ứng dụng công nghiệp. Ở Mỹ, C.G. Fink và C.H. Eldridge bắt đầu từ năm 1930 đã tiến hành nghiên cứu rất bài bản quá trình điện kết tủa crom và khởi thảo ra quy trình công nghệ mạ crom cho sản xuất công nghiệp. Công trình này cũng được tặng bằng phát minh của Mỹ. Họ chính là những tác giả đầu tiên xác định được biểu đồ vùng cho lớp mạ crom bóng phụ thuộc vào mật độ dòng điện catot và nhiệt độ dung dịch mạ.

Sau các sự kiện này, nhịp độ nghiên cứu về quá trình mạ crom được nhân lên nhanh chóng theo kiểu phản ứng dây chuyền. Năm 1948 P. Morisset đã tổng kết được 1100 tài liệu nghiên cứu ứng dụng mạ crom cứng vào công nghiệp sản xuất. Đến năm 1969 số công trình nghiên cứu về mạ crom đã tăng lên hơn ba lần. Mặc dù việc nghiên cứu lý thuyết về điện kết tủa crom rất rầm rộ, nhưng về mặt thực tế sản xuất của quá trình mạ crom lại rất chậm chạp trong việc cải tiến và hoàn chỉnh công nghệ. Nhiều vấn đề lý thuyết của quá trình mạ crom cũng vẫn còn tiếp tục tranh luận dai dẳng và chưa đi đến những kết luận thống nhất.

Một bước tiến quan trọng trong mạ crom vào giữa thế kỷ XX là việc nghiên cứu tìm ra công nghệ mạ crom tự điều chỉnh có năng suất cao, dung dịch của nó chứa đồng thời các anion phụ gia SO_4^{2-} và SiF_6^{2-} làm chất xúc tác. Nồng độ cần thiết của ion sunfat trong dung dịch mạ crom này luôn được điều chỉnh một cách tự động nhờ độ hòa tan có hạn của stronsi sunfat (SrSO_4) dùng dư dưới dạng pha rắn cho vào bể mạ crom.

Một số bước tiến quan trọng khác tiếp theo trong lĩnh vực cải tiến, phát triển mạ crom trang sức – bảo vệ là phát hiện ra công nghệ mạ crom có mạng nứt tế vi, mạ crom hai lớp, mạ crom xốp, mạ crom trên lớp nền composit (nickel sil hoặc nickel dure)...

A.T. Vagramian và tiếp đó là M.A. Sluger ở Liên Xô trong các năm từ 1957 đến 1965 đã nghiên cứu cả lý thuyết và thực hành về mạ crom, đã khẳng định lại Cr^{6+} phóng điện từ

màng catot theo ba nấc đồng thời với hydro thoát ra và triển khai nhiều công trình mạ crom vào sản xuất công nghiệp. Lu. Lu. Matulis ở Lithuani trong các thập kỷ 50 và 60 của thế kỷ trước đã có nhiều đóng góp về lý thuyết và về mạ crom bóng...

Sau năm 1979 Hoare (Mỹ) đã đề nghị một cơ chế mới về vai trò tạo phức của xúc tác sunfat. Theo Hoare, sunfat (hay chất xúc tác khác) có tác dụng kép trong việc khử Cr^{6+} thành Cr kim loại, một mặt nó kìm hãm việc khử thành crom kim loại do nó thúc đẩy sinh ra phức chất crom–dicromat, mặt khác nó lại xúc tác cho quá trình khử thành crom kim loại từ phức chất crom–sunfat, tỷ lệ $\text{CrO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4 = 100/1$ thích hợp nhất cho quá trình khử này.

Ngày nay khó mà đếm hết được tất cả mọi công trình đã có những đóng góp nhất định vào việc cải tiến, hoàn thiện, nâng cao công nghệ mạ crom. Nhưng để kết luận cho phần tổng quan tóm tắt về lịch sử phát triển mạ crom không thể không nhắc đến ý nghĩa to lớn của các công trình nghiên cứu do E. Muller và cộng sự tiến hành nhằm phát triển về lý thuyết điện kết tủa crom. Muller một mặt đồng ý với các giả thuyết của Sargent và Liebreich về hiện tượng tạo màng catot trong quá trình điện phân dung dịch axit cromic, mặt khác còn chứng minh và khẳng định thêm rằng màng catot này được hình thành từ một hợp chất xác định là crom–cromat, đồng thời còn chứng minh rằng crom kim loại được kết tủa trực tiếp từ axit cromic, tức là từ ion crom hóa trị 6 (Cr^{6+}). Nhiều tranh luận gay gắt giữa Muller và Liebreich về vấn đề lý thuyết mạ crom đã nổ ra và đưa đến sự phân hóa quan điểm của các nhà điện hóa lúc đó, dẫn đến hình thành nên hai trường phái đối lập nhau, do đó đã kích thích, thúc đẩy họ cho ra đời nhiều công trình nghiên cứu khoa học có giá trị trong lĩnh vực này và kéo dài trong nhiều thập kỷ sau đó. Tuy nhiên cho đến nay vẫn còn tồn tại nhiều vấn đề lý thuyết chưa được giải thích rõ ràng, lấy vài ví dụ: tại sao flo và các xúc tác khác cho lớp mạ mờ, tối, nhưng khi có mặt sunfat lại không như vậy nữa? Hoặc tại sao hiệu suất dòng điện thay đổi rất mạnh theo nhiệt độ, mật độ dòng điện catot, nồng độ CrO_3 và tỷ lệ CrO_3 / xúc tác? Hay tại sao flo và một số xúc tác khác lại làm tăng độ cứng lớp crom?...

Về mặt thực tiễn, lớp crom mạ từ dung dịch Cr^{6+} đã thu được nhiều kết quả tốt đẹp, nhưng bản thân hóa chất Cr^{6+} rất độc hại nên từ rất lâu người ta vẫn tìm cách quay lại nghiên cứu mạ crom từ hợp chất Cr^{3+} . Mạ crom từ Cr^{3+} vốn được bắt đầu nghiên cứu trước cả mạ crom từ Cr^{6+} , nhưng chưa thành công. Lý do được cho là Cr^{3+} có bản chất hóa học và điện hóa học rất phức tạp, không giống với các kim loại thông dụng khác như Ni, Fe, Zn... Do trạng thái điện tử của Cr^{3+} đặc biệt nên nó chậm trao đổi điện tử trong quá trình mạ, chậm hình thành phức kim loại, dễ bị thủy phân trên bề mặt điện cực... Sau rất nhiều nghiên cứu, phát minh, cải tiến, chỉnh sửa..., đến năm 1975 một dung dịch mạ crom từ Cr^{3+} lần đầu tiên đã được đưa vào sản xuất thử ở quy mô bán công nghiệp. Năm 1981 mạ crom trang sức – bảo vệ từ dung dịch Cr^{3+} bắt đầu được sử dụng nhiều hơn, rộng rãi hơn vào công nghiệp và cho đến nay nó đã có thể thay thế được một phần lớp mạ crom trang sức – bảo vệ từ Cr^{6+} . Tuy nhiên mạ crom cứng, dày từ Cr^{3+} vẫn còn phải tiếp tục nghiên cứu nhiều hơn nữa. Việc sử dụng dòng điện đổi chiều để mạ nhằm khắc phục các nhược điểm của quá trình mạ crom từ Cr^{3+} đang là vấn đề thời sự trong lĩnh vực nghiên cứu này.

Một khuynh hướng khác nhằm tránh sử dụng Cr^{6+} độc hại trong việc mạ crom, mấy năm gần đây người ta đã chế tạo thành công một loại *son crom*, phun lên các vật liệu sắt thép, chất dẻo... cho lớp phủ sáng xanh, bóng loáng, giống hệt lớp mạ crom trang sức – bảo vệ.

Ở Việt Nam, mạ crom được người Pháp đưa vào từ cuối những năm 1930 chủ yếu là mạ trang sức – bảo vệ tại các cơ sở cơ kim khí nhỏ lẻ để sản xuất đồ gia dụng, xe đạp... ở Hà Nội và Sài Gòn. Từ thập kỷ 1960 về sau, mạ crom được phát triển mạnh mẽ nhằm phục vụ cho các ngành giao thông vận tải, y tế, mạ crom cứng cũng được áp dụng trong lĩnh vực chế tạo khuôn đúc, phục hồi kích thước cho phụ tùng ô tô, chế tạo máy... Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, Viện Kỹ thuật Giao thông, Nhà máy ô tô 3/2... đã triển khai nhiều đề tài nghiên cứu và ứng dụng mạ crom vào sản xuất. Gần đây, đất nước đổi mới, kinh tế phát triển, giao thương rộng rãi với quốc tế, nên công nghệ mạ crom trong nước cũng bắt được chung nhịp với các nước khác. Nhiều công ty nước ngoài sẵn sàng hợp tác, chuyển giao công nghệ và đầu tư sản xuất về mạ điện cho Việt Nam. Tuy nhiên vấn đề tự chủ về vật tư, kỹ thuật, thiết bị cũng như thúc đẩy nghiên cứu về công nghệ, về cơ bản trong lĩnh vực mạ điện nói chung và mạ crom nói riêng đã đến lúc cần được chú trọng hơn, trong đó vấn đề đặc biệt quan trọng là sản xuất phải thân thiện với môi trường cần phải hết sức chú ý.

Chương 1

GIỚI THIỆU VỀ MẠ CROM

1.1. TÍNH CHẤT CỦA KIM LOẠI CROM

Crom (chromium), ký hiệu hóa học Cr, là kim loại tương đối cứng, có màu trắng sáng, ánh xanh, bền hóa cao, nhất là ở nhiệt độ thường, trong không khí hầu như không bị han gỉ. Nung nóng trong oxy sẽ cháy và bắn ra những tia lửa sáng chói. Crom cũng cháy trong kali clorat hoặc kali nitrat. Nó kết hợp trực tiếp với halogen, lưu huỳnh, nitơ, carbonic và silic. Crom hòa tan tương đối dễ trong dung dịch nước của axit clohydric và trong axit sunfuric đặc nóng. Một vài dung dịch muối clorua như đồng clorua, sắt clorua ăn mòn crom rất nhanh. Nhưng crom hoàn toàn không hòa tan, nhất là ở nhiệt độ thường, trong axit nitric đặc hay loãng và trong cường toan đặc hay loãng cũng như vậy. Crom cũng không tan trong dung dịch axit sunfuric loãng và nguội, trong axit photphoric, trong các axit hữu cơ (trừ axit fomic nóng), trong dung dịch kiềm và trong dung dịch của nhiều loại muối khác nhau. Lý do là trong các môi trường này, crom bị thụ động tức khắc và trở nên rất bền vững, khó bị ăn mòn. Crom cũng dễ bị thụ động trong mọi môi trường oxy hóa, kể cả trong không khí, cho dù có lẫn các khí H_2S hay SO_2 .

Mặc dù đã có nhiều lý thuyết khác nhau giải thích về sự thụ động của các kim loại, nhưng đối với crom, tính thụ động hẳn là do lớp oxit Cr_2O_3 rất dễ hình thành một cách nhanh chóng trên toàn bộ bề mặt kim loại này và có cấu tạo rất kín sít, chặt chẽ nên có khả năng chống chịu được nhiều loại môi trường xâm thực. Tuy nhiên oxit này lại dễ hòa tan trong axit HCl , H_2SO_4 và dễ bị khử bằng hydro nguyên tử. Chính vì vậy mà trong môi trường của các axit này cũng như dưới tác dụng của hydro sinh ra trên catot (trong khi mạ crom), bề mặt kim loại crom nhanh chóng được khử thụ động.

Nhờ các tính chất hóa lý đặc biệt như vậy nên crom được sử dụng rộng rãi trong công nghệ mạ điện và nhanh chóng chiếm giữ được vị trí trọng yếu trong công nghiệp mạ điện hiện nay.

Một số các hằng số vật lý, hóa lý của crom kim loại và của lớp mạ crom được liệt kê trong phụ lục 1 ở cuối sách.

1.2. TÍNH CHẤT CỦA LỚP MẠ CROM

Crom kim loại chế tạo bằng phương pháp hòa luyện chỉ tương đối cứng (cỡ 400 – 500 kg/mm², theo độ cứng Brinell – HB), nhưng crom điện giải (mạ điện) tùy theo điều kiện điện phân lại có độ cứng rất cao (HB từ 900 – 1100 kg/mm²) và nhiều tính chất cơ lý cũng hoàn toàn khác hẳn, lý do chủ yếu là vì chúng chứa khá nhiều oxy và hydro so với crom hòa luyện. Crom điện giải ngoài độ cứng cao còn có các đặc điểm nổi bật khác là hệ số ma

sắt bé (0,12, xem phụ lục 1) nên rất bền mài mòn; khó thấm ướt; bản thân crom chống chịu ăn mòn rất tốt; lớp oxit tự nhiên trên bề mặt rất kín sít giữ cho crom luôn trắng xanh, không bị mờ đi theo thời gian; khả năng phản xạ ánh sáng rất lớn (62 – 72%, chỉ thua bạc); gắn bám rất tốt với nhiều loại kim loại nền; làm việc tốt ở nhiệt độ cao đến 350°C (quá 450°C mới bị đổi sang màu xám)... Do crom điện giải chứa nhiều oxy và hydro nên tỷ trọng của nó không giống tỷ trọng crom hóa luyện và thay đổi theo điều kiện điện phân chế tạo ra nó. Điện trở riêng cũng vậy. Bảng 1.1 cho biết trọng lượng riêng và điện trở riêng của một số kim loại crom điện giải.

**Bảng 1.1. Tỷ trọng và điện trở riêng của crom điện giải
phụ thuộc vào chế độ mạ**

Nhóm lớp mạ crom	Chế độ mạ		Tỷ trọng Cr g/cm³	Điện trở riêng 10⁻⁶ Ω.cm
	D_c A/dm²	Nhiệt độ °C		
Crom mờ (xám)	40	45	6,9	60
Crom bóng	35	55	7,0	60
Crom sữa	20	65	7,1	30
Đã ủ ở 1200°C			7,2	10
Crom đúc			7,19	

Nhờ những ưu điểm như vậy nên lớp mạ crom được sử dụng rất rộng rãi trong nhiều lĩnh vực kỹ thuật khác nhau. Tuy nhiên lớp mạ crom cũng có những nhược điểm nổi bật là độ giòn cao, ứng suất nội rất lớn nên rất dễ bị rạn nứt, làm hở kim loại nền bên dưới, khiến cho nền bị ăn mòn nếu điện thế của chúng âm hơn điện thế của crom (+0,20 V). Do vậy lớp mạ crom chỉ có thể bảo vệ cho kim loại nền không bị ăn mòn khi bản thân lớp crom (hoặc tổ hợp gồm nhiều lớp mạ trong đó có lớp crom bên ngoài) hoàn toàn kín. Như ta đã biết, điện thế tiêu chuẩn của Cr³⁺/Cr = - 0,7 V, lẽ ra Cr phải là *lớp mạ anot* (giống như kẽm) nghĩa là có thể bảo vệ sắt thép rất tốt (vì điện thế tiêu chuẩn của Fe²⁺/Fe = - 0,44 V, dương hơn của crom) cho dù lớp mạ không hoàn toàn che phủ kín nền sắt thép, nhưng vì crom dễ bị thụ động (như đã nói trên) nên điện thế của nó đã trở nên dương hơn, lên đến +0,20 V và biến thành *lớp mạ catot* so với sắt thép, vì thế nên lớp mạ crom phải che phủ thật kín mới có tác dụng bảo vệ được các kim loại nền có điện thế âm hơn nó (xem phụ lục 4). Để có lớp mạ crom thật kín, đủ bảo vệ nền như vừa nói là khá tốn kém nên trong kỹ thuật sản xuất thường giải quyết bằng cách mạ tổ hợp nhiều lớp, trong đó các lớp lót bên dưới có nhiệm vụ bảo vệ nền, còn lớp crom bên ngoài chủ yếu đảm nhiệm phần trang sức cho sản phẩm mạ.

Tùy theo điều kiện điện phân mà có thể thu được nhiều loại lớp mạ crom khác nhau:

- Lớp mạ crom xám, mờ, giòn... cơ lý tính kém nên ít dùng;
- Lớp mạ crom sữa, lỗ hỏ nhỏ, dẻo, ứng suất bé;