

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

78671

ENDÜSTRİYEL METAL
KAPLAMA TEKNİKLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tek.Öğr. Yusuf BAYRAKTAR

Enstitü Anabilim Dalı: TEKNİK EĞİTİM

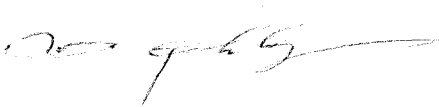
Enstitü Bilim Dalı: MAKİNA EĞİTİMİ

Bu tez .. / .. / 19 .. tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

H. Ali Uslu
Yardımcı Doç.
Jüri Başkanı

Fehim Fırtına
Doç. Dr.
Jüri Üyesi

İsmail İnan
Yardımcı Doç.
Jüri Üyesi







TEŐEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında değerli bilgi, fikir ve görüŐlerinden faydalandığım, çalıŐmamı yöneten tez danıŐmanın sayın Yar. Doç. Dr. H. Ali ÇELİK Bey'e ve diğer ğretim üyelerinden, sayın Doç. Dr. Fehim FINDIK Bey'e, sayın Yar. Doç. Dr. Erdiņ İLHAN Bey'e ayrıca Öğr. Gör. Y. Mak. Müh Baha GÜNEY Bey'e ve deneysel çalıŐmalarımnda büyük yardımlarını gördüğüm Metal Kaplama Sanayii firmasında teŐekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	
METAL KAPLAMACILIĞINDA KULLANILAN TEMEL İLKELER ...	2
2.1. Kimyasal ve Elektro Kimyasal Temel Kavramlar	2
2.1.1. Elektrolit dissosiyasyon	2
2.1.2. Hidrotasyon ve kompleks iyonları	3
2.1.3. Elektrolitlerin sınıflandırılması	4
2.1.4. Hidroliz	5
2.1.5. Çözeltilerin toplanması	5
2.2. Galvanoteknikte Kullanılan Temel Yasalar	6
2.2.1. Ohm yasası.....	6
2.2.2. Kirs Hoff yasaları.....	6
2.2.3. Faraday yasaları.....	6
2.3. Elektrotlarda Meydana Gelen Olaylar	7
2.3.1. Elektroliz hücresi, EMK hücresi	7
2.3.2. Elektroliz nedir	9
2.3.3. Elektrolizi oluşturan terimler	9
2.3.4. Kaplamacılıkta kullanılan araç ve gereçler	9
BÖLÜM 3	
SERT KROM KAPLAMA	14
3.1. Sertlik ve Aşınmaya Direnç	14
3.1.1. Sertlik.....	14
3.1.2. Aşınmaya direnç	17
3.2. Korozyon ve Isıya Dayanımı	17
3.2.1. Korozyona dayanımı	17
3.2.2. Isıya dayanımı	19
3.3. Düşük Sürtünme Katsayısı	19
3.4. Görünüş ve Dekoratif Özellikler	19
3.5. Paramanyetik Özellikler	20
3.6. Çatlak Yapısı	20
3.7. Sert Krom Kaplamanın Uygulama Alanları	21
3.7.1. Normal Sert Krom Kaplama Uygulamaları	21
3.8. Çatlaksız Krom Kaplamalar için Endüstriyel Uygulamalar	25
3.9. Sert Krom Kaplamada İşlem Kademeleri	26
3.10. Isı İşlemi	27
3.11. Aşındırma – Parlatma	27
3.12. Düzenek Hazırlama	27

3.13. Kimyasal ve Elektro Kimyasal Yüzey Temizleme	28
3.14. Dağlama	28
3.14.1. Kaplama çözeltisine daldırma	29
3.14.2. Ters akımla kaplama çözeltisinde dağlama	29
3.14.3. Sülfürik asitte anodik dağlama	29
3.14.4. Anodik katodik kaplama	30
3.14.5. Dağlama çözeltileri	31
3.15. Kaplama İşlemi	32
3.15.1. Banyo çeşitleri	32
3.15.1.1. Konvansiyel sert krom banyoları	32
3.15.1.2. SRHS banyoları	33
3.15.1.3. Çatlaksız sert krom kaplama banyoları	33
3.15.2. Kullanılan araç ve gereçler	34
3.15.2.1. Kuvvetler	34
3.15.2.2. Anotlar	34
3.16. Isıtma	36
3.16.1. Akım üreteçleri	36
3.16.2. İletkenlik çubukları	37
3.16.3. Reostalar	37
3.16.4. Banyo bileşimleri	38
3.16.4.1. Normal sülfat banyoları	38
3.16.4.2. Florür banyoları	38
3.17. Sert Krom Kaplamada Görülen Hatalar ve Nedenleri	39
3.17.1. Kaplama ince ve eşit kalınlıkta değil	39
3.17.2. Yanık kaplamalar	39
3.17.3. Düşük kaplama hızı	40
3.17.4. Yumrukluk kaplamalar	40
3.17.5. Çukurluk kaplamalar	41
3.17.5.1. Kaplamanın yüzeye iyi yapışmaması	41
3.17.5.2. Makro çatlaklar	42
3.17.5.3. Kaplama sonrası işlemler	42
3.17.5.4. Belirli kaplama yüzeyi	42
3.17.6. Isı işlemi	42
3.17.7. Süneklik kontrolü	43
3.17.8. Krom kalınlığının (Coulometrik metot ile) tayini	44
3.17.9. Krom kaplamalarda çatlak ve gözeneklerin tayini	45
3.17.9.1. Gözle muayene	45
3.17.9.2. Bakır birikim metodu ile	45
3.17.9.3. Eğe ve su verme ile yapışma kontrolü	46
3.17.9.4. Hızlandırılmış korozyon kontrolü	46

BÖLÜM 4

ÇİNKO KAPLAMA	52
4.1. Siyanürlü Alkali Çinko Banyosu	54
4.2. Siyanürlü Çinko Banyolarında: Esas Tuz ve Yardımcı Tuzlar	55
4.2.1. Sodyum karbonat (Na_2CO_3)	55
4.2.2. Sodyumsülfid (Na_2S)	55

4.2.3. Toz çinko	56
4.3. Parlaklık Maddeleri	56
4.4. Siyanürlü Çinko Banyolarında Banyo Kabı ve Kullanılan Tuzlar	56
4.4.1. Banyoların tuzları ise	56
4.5. Siyanürlü Çinko Banyolarında Anot	57
4.6. Asitli Çinko Banyosu	57
4.7. Katottaki Reaksiyon	57
4.8. Asitli Çinko Banyosunda, Akım Yoğunluğu, Elektrokimyasal Eşdeğer "Ae" ve Kaplama Kalınlığı	59
4.9. Asitli Çinko Kaplamada, Banyo Kazanı ve İlaveler	59
4.10. Çinko Banyosunda Anot	59
BÖLÜM 5	
PİRİNÇ KAPLAMA	65
5.1. Gerekli Bilgiler	65
5.2. Siyanürlü Pirinç Banyosu	66
5.3. Siyanürlü Pirinç Banyosunda: Elektro kimyasal Eşdeğer ve Kaplama Kalınlığı	67
5.4. Siyanürlü Pirinç Banyosunda Baş Tuz ve İlave Maddeler	67
5.4.1. Sodyumsiyanür NaCN.....	67
5.4.2. Sodyum Karbonat Na ₂ CO ₃	67
5.4.3. Amonyak NH ₃	68
5.4.4. Sodyumhidrosülfid NaHSO ₃	68
5.5. Parlaklık Tuzu	68
BÖLÜM 6	
NİKEL KAPLAMA	69
6.1. Nikel Kaplama Teknikleri	69
6.2. Sağlıklı Bir Nikel Kaplama	69
6.3. Demir-Çelik Üzerine Nikel ve Krom Kaplama Sonucu Kalınlıkların Görülmesi	71
6.3.1. Nikel banyolarında ANOT	71
6.3.2. Nikel banyolarında, banyo kazanı	72
6.3.3. Nikel kaplamalarda işlem sırası	75
6.3.4. Nikel banyolarında yapılması gereken kontroller	75
6.3.5. Nikel kaplamadan sonra	75
6.3.5.1. Yıkama ve kurutma	75
6.3.5.2. Nikel banyosunun demir birleşimlerinden temizlenmesi	75
BÖLÜM 7	
BAKIR KAPLAMA	77
7.1. Ön Bilgiler	77
BÖLÜM 8	
ALTIN KAPLAMA	80
8.1. Ön Bilgiler	80
8.2. Siyanürlü Altın Banyosu	81

8.3. Elektrolitle Kullanılan Tuzlar	81
8.4. Altın Banyosunda Anot	81
BÖLÜM 9	
GÜMÜŞ KAPLAMA	82
9.1. Ön bilgiler	82
9.2. Siyanürlü Gümüş Banyosu	83
9.3. Katot Reaksiyonu	83
9.4. Gümüş Banyolarında Anot	84
BÖLÜM 10	
KURŞUN KAPLAMA	85
10.1. Gerekli Bilgiler	85
10.2. Anot Reaksiyonu	86
BÖLÜM 11	
KALAY KAPLAMA	87
11.1. Gerekli Bilgiler	87
11.1.1. Elektrolitik kalay	87
11.1.2. Anot reaksiyonu	88
11.1.3. Asitli banyoda kalay anot	88
11.1.4. Alkali kalay banyosu	89
BÖLÜM 12	
KADMİYUM KAPLAMA	90
12.1. Gerekli Bilgiler	91
12.2. Asitli Kadmiyum Banyosu	91
12.3. Alkali Parlak Kadmiyum	91
12.4. Siyanürlü Parlak Kadmiyum Banyosu	91
BÖLÜM 13	
DENEYSEL ÇALIŞMA	92
13.1. Numune Hazırlama	92
13.2. Dekoratif Numunelerin Kaplanması	93
13.3. Sert Krom Kaplama	94
13.4. Kaplama Kalınlığının Tespiti	95
13.5. Sertlik Tespiti (Mikro Sertlik)	96
13.6. Metalografik İnceleme	97
BÖLÜM 14	
SONUÇLAR.....	99
BÖLÜM 15. TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	100
KAYNAKLAR.....	
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR

Al : Altın

Ag : Gümüş

Cd : Kadmiyum

Cu : Bakır

Cr : Krom

Ni : Nikel

Pb : Kurşun

Sn : Kalay

Zn : Çinko

B'e : Bome



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Otomatik kaplama sistemleri	10
Şekil 2.2: Kaplama banyolarında kullanılan filtreler.....	12
Şekil 2.3: Malzemenin Polisajında kullanılan fırça çeşitleri.....	13
Şekil 3.1: Sert krom kaplamada sertlik ve tane boyutu arasındaki ilişki.....	16
Şekil 3.2: Sert kromun optik mikroskoptaki görüntüsü (x 100)	16
Şekil 3.3: Krank Şaft yataklarına sert krom uygulanması.	18
Şekil 3.4: Sert krom kaplamalardan çatlak yapısı (x 200)	21
Şekil 3.5: Ekstruder mili yataklarına sert krom uygulaması	25
Şekil 3.6: İki parçanın sert krom kaplamaya hazırlanışı	28
Şekil 3.7: Sert krom kaplamada akım yoğunluğu ile katot verimi arasındaki değişim	35
Şekil 3.8: Lastik kalıbında sert krom uygulaması	47
Şekil 3.9: Sert krom banyosunda anotların dizaynı	48
Şekil 3.10: Sert krom banyosundan kaplanan parçaların çıkarılması	49
Şekil 3.11: Sert krom banyolarında anot dizaynı	50 59
Şekil 4.1: Çinko kaplanmış makina ekipmanları	60
Şekil 4.2: 12 µ çinko kaplanmış cıvata	61
Şekil 4.3: Trommel sistemde çinko kaplanmış parçalar	62
Şekil 4.4: Trommel sistemleri	64
Şekil 4.5: Tekneler ve Depolar	70
Şekil 6.1: Polisaj ekipmanları	73
Şekil 6.2: Çeşitli tiplerde nikel anotlar	74
Şekil 6.3: Otomatik banyo servisi	74
Şekil 6.4: Nikel anot sepet askısı	92

Şekil 13.1: Dekoratif ve sert kaplam yapılacak numunelerin askıya alınması...	97
Şekil 13.2: Ana metal yapısı (x200)	98
Şekil 13.3: Dekoratif krom kaplama ara yüzeyi (x200)	98
Şekil 13.4: Sert krom kaplama yüzeyi (x200)	



TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1: Sert krom kaplama tabakalarının çeşitli ortamlarda korozyona dayanımı	18
Tablo 3.2: Sert krom kaplamanın başarıyla uygulandığı alanlar	22
Tablo 3.3: Sabit sıcaklıkta akım yoğunluğu ile katot verimi arasındaki değişim	35
Tablo 3.4: Kaplanmış çelik parçaları için ısıl işlem kılavuzu	43
Tablo 4.1: Elektroliz yolu ile çelik üzerindeki çinko tabakası	53
Tablo 4.2: Kaplama çözeltileri için uygun tekne yapısı	63
Tablo 6.1: Demir-Çelik üzerine nikel ve krom kaplama sonucu kalınlıkların görülmesi	71
Tablo 13.1: Numune analizi	93

ÖZET

18. yüzyılda elektriğin keşfi en önemli gelişmelerden olup, o zamandan bu yana bir çok yeni teknolojilerin de ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu gelişmelerden biri de, ticari olarak galvanoteknik olarak adlandırılan, elektrolitik solüsyonlarda anot katot reaksiyonunun elektrik potansiyeli altında gerçekleştirilmesiyle meydana gelen, bir çok endüstriyel uygulama alanları olan metal kaplama tekniğidir.

Metal kaplama, genellikle metal esaslı malzeme üzerine, korozyonun engellenmesi, sertlik ve aşınma direnci gibi mekanik özelliklerin artırılması için uygulanır. Metal kaplamanın, sert krom kaplama, çinko kaplama, bakır, nikel, kadmiyum kaplama gibi bir çok çeşidi olup, bunlar sırasıyla, sertlik, aşınma ve korozyon direncini arttırmak, elektrik iletkenliği sağlamak ve estetik – dekoratif görünüş elde etmek için uygulanmaktadır.

Bu çalışmada, metal kaplama teknolojisi detaylı olarak incelenmiş, ticari olarak yaygın kullanımı olan metal kaplama çeşitleri, endüstriyel uygulama alanları, kullanılan kaplama yöntemleri ve elde edilen mekanik özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Metal kaplamanın teknolojik ve ticari yönleri detaylı olarak izah edilmiş ve mühendislik alanlarında uygun metal kaplama yönteminin seçiminde yardımcı olacak kıstas bilgileri sunulmuştur.

INDUSTRIAL METAL COATING TECHNIQUES SUMMARY

Keywords: Metal Coating, galvanizing, Hard Chrom, Copper lead Coating.

One of the most important development was the the innovation of electricity in 18th century which has led to many new technologies to emerge since then. One of the metal coating technigue is commercially named galvanic coating technique which has wide spread industrial application areas in metal coating through anode – cathode reaction in electrolytic solutions by electric potential application.

Metal coating is applied especially on metals for corrosion prevention, increased mechanical properties such as hardness and wear resistance. There are various types of metal coating such as hard chrome, zinc, copper, nickel, cadmium coating which provide hardness and wear resistance, corrosion resistance, electric conductivity and decorative appearance respectively.

In this study, metal coating technology investigated in detail and widely used metal coating type are classified according to their industrial application areas, technology used, and mechanical properties obtained. Technical and commercial aspects of metal coating is studied and guiding information is presented for choice of appropriate metal coating type and method in engineering fields.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmelerin sonucunda ve yapılan deneysel çalışmaların neticesinde metallerin oksitlenmeye karşı koyucu vasıfları ile malzemelerin kullanım ömürlerini uzatarak ve daha iyi bir görünüm sağlaması ile GALVANO TEKNİK endüstrinin tamamlayıcı önemli bir koludur.

Kaplama teknikleri çeşitlerinde Sert Krom Sürtünmeli olarak çalışan yüzeylerde istenilen mikron kalınlığında kaplanarak daha sonra istenilen çapa göre taşlanır. Yüzeyde 65-70 Rc gibi sertlik mertebesine kadar ulaşarak ve düşük bir sürtünme katsayısı ile sanayimizde önemli bir yer oluşturmaktadır.

Çinko, Kadmiyum, Bakır Kaplama çeşitleri, mamul metal malzemelerin korozyona karşı duyarlılık sağlaması ihtiyacından kaynaklanarak çeşitli sektörlerde uygulanmaktadır.

Nikel Kaplama ise malzemenin hem korozyondan korunmasını hem de dekoratif özelliği sağlaması amacı ile tatbik edilir.

Gümüş ve altın kaplama genel olarak süs eşyalarında uygulanır ayrıca Gümüş Elektrik iletkenliği istenilen parçalara da uygulanır.

Kalay kaplama çeşitli Bakır tellerin iletkenliğini arttırmak amacı ile kullanılır. Kuşun kaplama asitli ve bazı ortamlarda koruyucu olarak kaplanır.

Bu çalışmada kaplama teknikleri, kimyasal yapı, elektrik ve mekanik şartlar dahilinde işlevini tamamlama süreç ve sonuçları araştırılmıştır.

BÖLÜM 2. METAL KAPLAMACILIĞINDA KULLANILAN TEMEL İLKELER

Günümüzde önemi gittikçe artan metal kaplama uygulamalarının, teknolojinin gerektirdiği kalitede ve ekonomik olarak yapılabilmesi için öncelikle bu konuya ilişkin esasların bilinmesi gerekir. Metal kaplamacılığı, elektro kimya, organik ve anorganik kimya, metalürji, elektro teknik, makine ve korozyon mühendisliği gibi kısmen birbirinden uzak bilim dallarıyla yakından ilgilidir. Bu nedenle konuyla ilgili prensipler aşağıda ele alınmıştır.

2.1. Kimyasal ve Elektro Kimyasal Temel Kavramlar

2.1.1. Elektrolit dissosiyasyon

Asit, baz ve tuzların su veya diğer uygun bir çözücünde çözünmesiyle serbest iyonlar oluşur. Elektrolit dissosiyasyon olarak bilinen bu olay sonucu iyonik hak geçen mol sayısının, çözünen toplam mol sayısına oranı dissosiyasyon derecesine olarak tanımlanır. KA gibi bir birleşimin dissosiyasyonu $K = K^+ + A^-$ şeklinde gösterirsek, iyonların konsantrasyonuyla (C_K , C_A) KA bileşiğin çözünen, ancak dissosiyasyon (iyoniğe) olmayan kısmının konsantrasyonu (C_{KA}) arasında denge bağıntısı vardır.

$$\frac{C_K \times C_A}{C_{KA}} = K_C$$

K_C = Sıcaklığa bağlı olarak dissosiyasyon sabitini veren bir büyüklüktür.

Bir bileşiğin dissosiyasyonu sonucu meydana gelen (+) ve (-) yükler eşit olduğundan $C_K = C_A$ yazılabilir.

Buna göre Dissosiasyon Derecesi: $a = \frac{C_K}{C} = \frac{C_A}{C}$ olur.

Burada C, KA bileşiğinin toplam konsantrasyonudur.

$a.C = C_K = C_A$ yazılabilir.

C.KA bileşiğinin disosiyasyon olmuş ve olmamış kısımlarının konsantrasyonlarının toplamına eşittir.

$C = C_{KA} + a.C$, Buradan : $C_{KA} = C (1 - a)$ elde edilir.

$$\frac{a.C}{C(1-a)} = K_C \quad \text{veya} \quad \frac{a.C}{1-a} = K_C \text{ bulunur.}$$

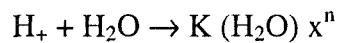
Bu son eşitlikoswald denklemi olarak bilinir.

$$\frac{a.C}{K_C} = 1 - a$$

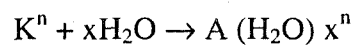
formunda yazıldığında KA bileşiğinin toplam KC konsantrasyonunun (C), sıfıra yaklaşmasıyla bir başka deyişle seyreltilmesiyle dissosiasyon derecesi 1 değerine yaklaşır. Bu halde çözünen bileşik miktarının artmasıyla dissosiasyon derecesi küçülür.[7]

2.1.2. Hidrotasyon ve kompleks iyonları

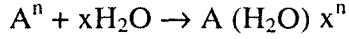
İyonların su molekülleri ile paylaşması olayına hidrotasyon böylelikle meydana gelen parçacıklara da hidratlar adı verilir.



Genel olarak katyonların hidrotasyonu sonucu

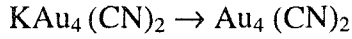


Anyonların hidrotasyonu sonucu

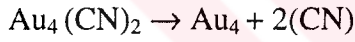


şeklinde hidratlar meydana gelir.

Birden fazla sayıda ve değişik türde atom içeren iyonlar kompleks iyonlarıdır. SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , NH_4^+ ve benzeri iyonlar kompleks iyonlara örnek olarak gösterilebilir. İyonlarından biri veya her ikisi kompleks tuz olan potasyum – altın – siyanürün dissosiyasyonunu örnek olarak verebiliriz.



oluşan altın – siyanür kompleks iyonunda



gereği Au_4 iyonları veriyorsa da, dissosiasyonun derecesi oldukça düşüktür.[7]

2.1.3. Elektrolitlerin sınıflandırılması

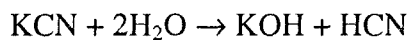
Molekül yapısında iyonik karakter gösteren dolayısı ile su veya diğer çözücülerde çözünmeden de katı veya ergimiş durumdayken iletkenlik gösteren elektrolitler gerçek elektrolit olarak tanımlanır. Buna karşılık saf durumdayken iletken olmayıp çözücü ile relitler denir. Elektrolitler ayrıca dissosiasyon derecelerine göre zayıf ve kuvvetli elektrolitler olarak sınıflandırılırlar. Zayıf elektrolitlerin dissosiasyon derecesinin konsantrasyona bağımlılığı çok azdır bu gruba ise tuzlar ile kuvvetli asit ve bazlar dahildir. Galvona – teknikte genellikle kuvvetli elektrolitlerin sulu çözeltileri kullanılır. Bu elektrolitler özellikle yüksek konsantrasyonlarda, yüksek dissosiasyon derecelerine rağmen, dissosiasyon dereceleri düşükmüş gibi davranırlar. Bu nedenle yüksek Konsantrasyonlarda konsantrasyon yerine aktivite kullanılır.

$$a = \gamma \cdot O$$

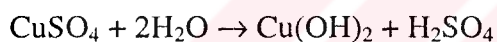
Burada γ aktivite katsayısı olup 1 'den küçük değerler alır. Aktivite katsayısı seyreltik çözeltilerde 1 E eşittir. Bu durumda aktivite ile konsantrasyon değerleri aynıdır.[7]

2.1.4. Hidroliz

Bazı tuzların suda çözülmesiyle elde edilen çözeltilerin asidik bazik özellikte oldukları bilinmektedir. Şu halde çözünme sırasında ortamda H^+ ve OH^- iyonları oluşmaktadır. Bu olaya hidroliz denir.



Bu reaksiyon sonucunda KOH 'in dissosiyasyon derecesi HCN 'in kinden daha yüksek olduğundan çözeltide H^+ iyonlarından daha fazla OH^- iyonları bulunacağından çözelti bazik karakterdedir.



Bu reaksiyon sonucunda $Cu(OH)_2$ 'in dissosiyasyonu derecesi H_2SO_4 'den daha düşük olduğundan çözeltideki H^+ iyonları aktivitesi (Konsantrasyonu) OH^- iyonları aktivitesinden daha büyüktür ve çözelti asit özelliktedir.[7]

2.1.5. Çözeltilerin toplanması

Bazı banyo çözeltilerinde hidrolizi önleyip plt değerinin sabit tutulması, metal kaplamacılığı için uygun koşulların sağlanması bakımından büyük önem taşır. Bu amaçla büyük asidik ve bazik çözeltilere sarf olan H^+ iyonlarının yerine yenilerini oluşturacak veya fazladan H^+ iyonlarını sarf edecek şekilde dissosiyeye olabilen maddeler katılır. Bu işlem, çözeltilerin toplanması olarak bilinir.

2.2. Galvanoteknikte Kullanılan Temel Yasalar

2.2.1. Ohm yasası

$$V = I \cdot R$$

I : Sistemden geçen elektrik akımı.

R : Sistemin direnci.

V: İki ucu arasındaki gerilim.

R : Aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

ρ : sistemin öz direnci

l: İletkenin boyu

S: İletken kesiti

2.2.2. Kirs Hoff yasaları

Paralel bağlı dirençlerden meydana gelen bir sistemin toplam direnci :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Seri bağlı dirençlerden oluşan bir sistemin toplam direnci :

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

2.2.3. Faraday yasaları

a) Bir elektrolize devresinden I akımının sistemden t süresince geçmesiyle taşınan elektrik yükü $Q = I \cdot t$ aynı zamanda içinde elektrolitten ayrılan madde miktarı m ile doğru orantılıdır.

$$m = K \cdot I \cdot t, m = K \cdot Q, Q = I \cdot t \text{ (akımının zamanla değişimi durumu).}$$

b) Bir elektroliz devresinden geçen aynı miktardaki elektrik yükü değişik elektrolitlerden aynı eşdeğer gram (ekivalangram) miktarını ayırıştır. 1 ekivalan gram elektrolitin ayrışması için gerekli elektrik yükü 1 Faraday olarak bilinir.[21]

$$n = \frac{mg}{mt} \times 100$$

mg : Çözünen madde miktarı.

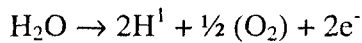
mt : Çözünmesi gereken madde miktarı.

n : Akım verimi.

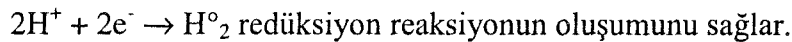
2.3. Elektrotlarda Meydana Gelen Olaylar

2.3.1. Elektroliz hücresi, EMK hücresi

Elektrolitler elektrik akımını geçirirler ve parçalanır. Faraday bu olaya elektroliz adını vermiştir. Elektroliz bir doğru akım kaynağıyla birleştirilmiş elektrotlarda gerçekleşir. Doğru akım kaynağının (+) kutba bağlı olan elektroda anot (A), (-) kutba bağlı olan elektroda ise katot (K) denir. Elektroliz sırasında çözeltide bulunan (-) yüklü iyonlar anyonlar anota (+) yüklü iyonlar katyonlar katoda gider. Anyonlar anot yüzeyinde yükseltgenirken (oksidlenirken), katyonlarda katot yüzeyinde (redüklenir) indirgenir. Anotta meydana gelen oksidasyon sonucu



Örneğin görüldüğü gibi elektronlar serbest hale gelir. bu elektronlar doğru akım kaynağı ile katoda taşınır ve orada



Bir sistemde elektrolitiğin gerçekleştirilebilmesi için doğru akım kaynağıyla iki elektrot arasına uygulanması gereken en küçük gerileme parçalanma gerilimi denir. Elektroliz çevresinden geçen akımın anot yüzey alanına oranına anodik akım yoğunluğu, katot yüzey alanına ise katodik akım yoğunluğu denir.

Elektroliz sırasında elektrotlarda meydana gelen elektro kimyasal olaylar, sisteme bağılı doğru akım kaynağından sağlanan elektrik enerjisiyle gerçekleştirilmektedir. Doğru akım kaynağının devre dışı bırakılmasıyla elektroliz durur. Bu nedenle elektroliz, elektrik enerjisini kimyasal enerjiye dönüştüren bir yöntemdir. Bu amaçla kullanılan sistem EMK hücresi, galvanik hücre ve galvanik eleman olarak bilinir. Galvanik hücredeki elektro kimyasal olaylar elektroliz hücresine ters yönde gelişir. EMK hücresinde anot (-), katot ise (+) işaretlidir. Bir galvanik hücrenin karakteristiği elektro motor kuvveti (EMK) 'dir.

$$E = \frac{dG}{Z \cdot F} \quad \text{genel eşitliği ile tanımlanır.}$$

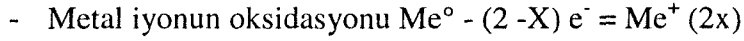
Burada dG toplam hücre reaksiyonu serbest enerjisini, Z ise elektro kimyasal reaksiyon sonucu geliştirilen elektron sayısını gösterir. $dG < 0$ olduğunda, $E < 0$ olup hücre reaksiyonu kendiliğinden meydana gelir. $dG > 0$ olduğundan $E > 0$ dir. ve reaksiyon oluşumu için sisteme dışarıdan gerilim uygulamak gerekir. Elektro motor kuvveti aynı zamanda $E = E_{\text{Anot}} - E_{\text{Katot}}$ eşitliği ile gösterildiği gibi sistemdeki anot ve katot elektrot potansiyellerin farkına eşittir.

Elektroliz işlemlerinde kullanılan anotlar ve katotlar yapılacak işleme göre çok çeşitli malzemelerden oluşturmaktadır. Saf katı halde metal, sıvı metal (örneğin cıva) ve metalik olmayan malzemeler (örneğin karbon ve grafit gibi).

Elektroliz işleminde meydana gelen olaylar katodik ve anodik olarak aynı zamanda oluşan, katotta redüksiyon, anotta oksidasyon reaksiyonlarıdır.[3]

Katodik reaksiyonlar olarak :

- Metal iyonun metal ile reaksiyonu $Me^{2+} + 2e^- = Me^0$
- Gaz oluşumu $n X + ne^- = n / 2 X_2$
- Metal iyonunun iyonik reaksiyonu $Me^{2+} + 2 (-X) e^- = Me^0$ gibi çeşitli reaksiyonlar yanında anodik reaksiyonlar olarak ta
- Metalin çözünüp iyonlaşması $Me^0 - 2e^- = Me^{2+}$
- Gaz oluşumu $n X - ne^- = n / 2 X_2 (g)$



2.3.2. Elektroliz nedir

Kaplama banyomuzun elektrik kaynağı olan Redresörün (+) ucuna Anot ve Elektrolit içinde Anoda GİDEN, İyona da ANYON denir.

Redresörün (-) ucuna KATOD ve Elektrolit içinde katoda giden iyona KATYON denir ve bir elektrolit çözeltinin içerisindeki bu iyonlaşma hareketlerine ELEKTROLİZ denir. [27]

2.3.3. Elektrolizi oluşturan terimler

Elektrolit: Akımı geçiren sıvıya denir.

Elektrot : Elektroliz kabında kutuplara asılan ve akım geçiren metallerdir.

Katot : Negatif kutba verilen isimdir.

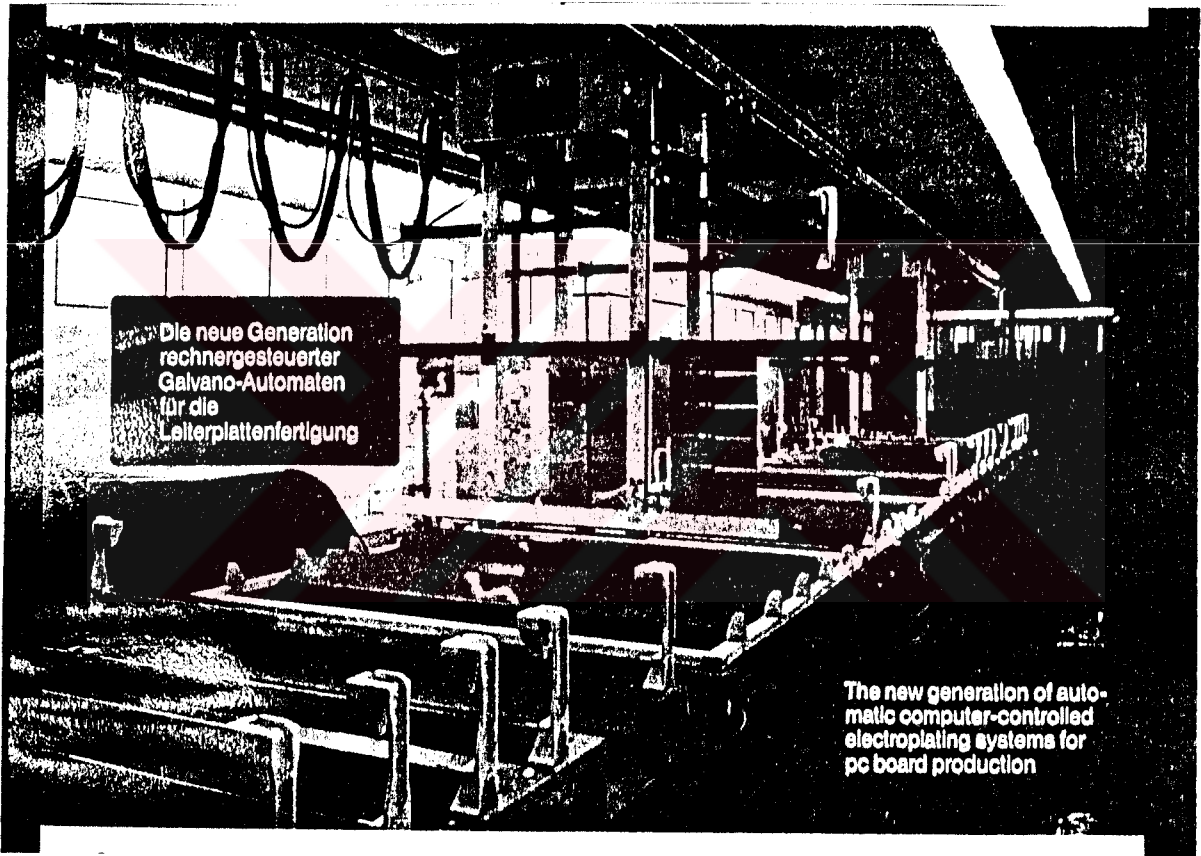
Anot : Pozitif kutba verilen isimdir.

Katyon : Katoda giden ve (+) pozitif yüklü iyonlardır.

Anyon : Anoda giden ve (-) negatif yüklü iyonlardır.

2.3.4. Kaplamacılıkta kullanılan araç ve gereçler

- 1) Kaplama işlemlerinin yapılabilmesi için ihtiyaca uygun kapasitede Atelye :
 - A) Manuel Çalışan Atölyeler.
 - B) Yarı Otomatik Çalışan Atölyeler.
 - C) Tam otomatik çalışan Atölyeler.
- 2) Depo.
- 3) Ön işlem hazırlama yeri.
- 4) Polisaj bölümü.



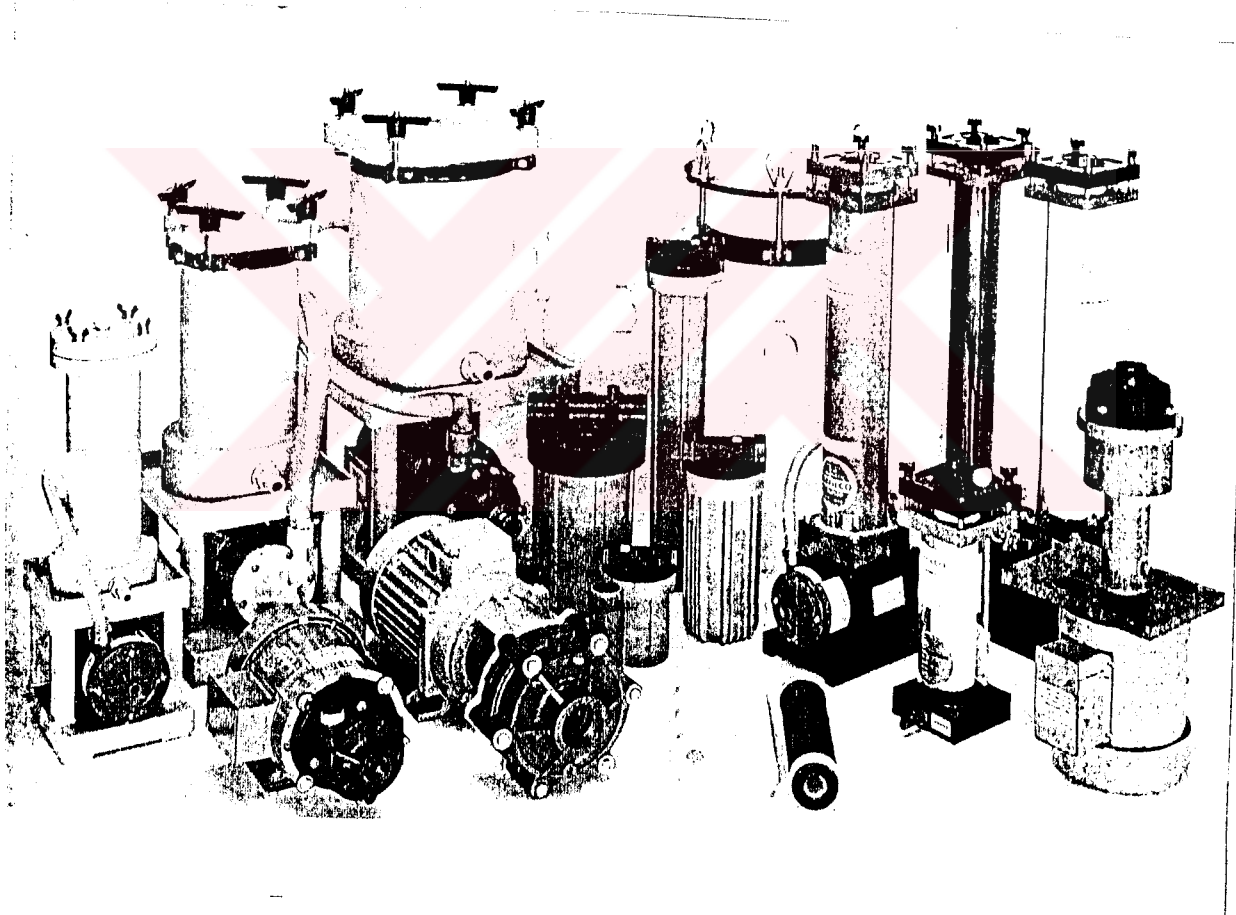
Şekil 2.1: Otomatik kaplama sistemleri [10]

- 5) Havalandırma Ekipmanları.
- 6) Enerji Güç Kaynakları (Redresörler).
- 7) Kaplama Banyoları.
- 8) Yardımcı Banyolar.
- 9) Yıkama Banyoları.
- 10) Nötrleme Banyoları.
- 11) Ekonomi Banyoları.
- 12) Banyolarda Kullanılan Baralar.
- 13) Anotlar.
- 14) Anot Askıları.
- 15) İş Askıları.
- 16) Elektrikli Isıtıcılar.
- 17) Banyo Termometreleri.
- 18) Banyo Barometreleri, PH metreler.
- 19) Kaplama kalınlık ölçme cihazları.
- 20) Banyoların temizlenmesi için Filtreler.

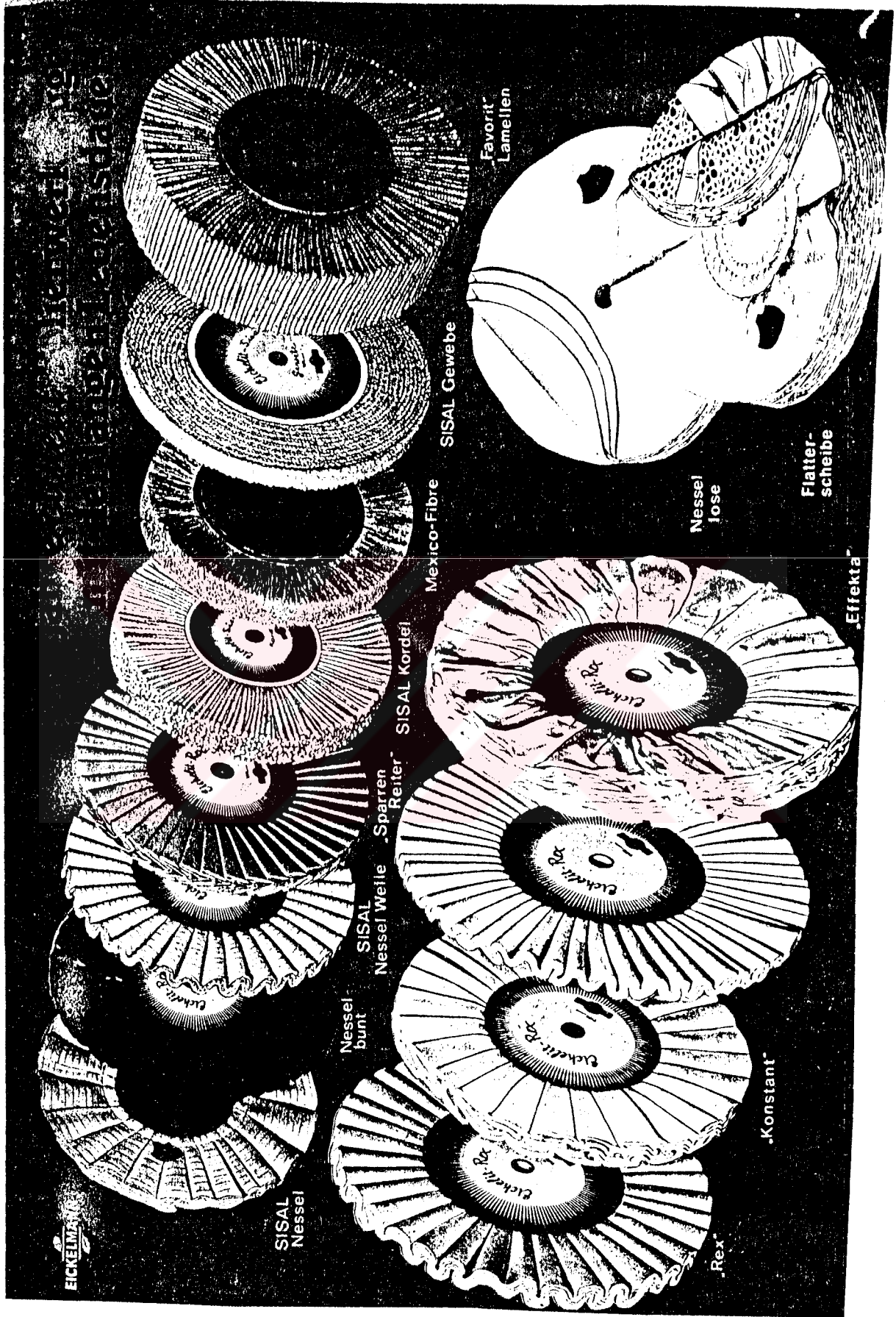
Elektro sistemde yapılan tüm kaplamaların ölçümünde mikron birimi ile adlandırılır.

∞ = mikron

1 mikron = 0,001 mm 'dir.



Şekil 2.2: Kaplama banyolarında kullanılan filtreler [10]



Şekil 2.3: Malzemenin Polisajında kullanılan fırça çeşitleri [10]

BÖLÜM 3. SERT KROM KAPLAMA

Sert Krom kaplamalar kromik asit çözeltilerinin elektrolizi ile elde edilir ve temel kaynak kromlu demir cevherlerinden elde edilir. Cevher ve CaO ile kavrularak kromata dönüştükten sonra asitle işlenir ve potasyum dikromat üretilir. Bu konsantreye sülfürik asit ilave edildiğinde kromik asit çöker.[16]

Sert krom kaplamanın esas özellikleri :

- Sertlik ve aşınmaya direnç,
- Korozyon ve ısıya direnç,
- Düşük sürtünme katsayısı,
- Görünüş ve dekoratif özellikler.

3.1. Sertlik ve Aşınmaya Direnç

3.1.1. Sertlik

Sert krom kaplamanın ortalama sertliği 800 – 1000 vickers (70 Rc) civarındadır, bu sertlik değerlerini ölçmek güçtür, çünkü alt metalin gösterdiği direnç önemlidir. Bunlar parçanın şekli, batıcının şekli, batıcının tipi, sürtünme katsayısı, elastisite ve kaplama kalınlığı pratikte genel olarak sertlik ölçümü mikro sertlik cihazlarıyla yapılır. 1 Kg dan küçük yükler uygulanır. Kaplamalar en az 0,125 mm tercihen 0,25 mm olmalıdır. Bu durumda ana metalde deformasyon olmadan sertlik ölçülebilir. Bu değerler gerektiğinde ekstrapolasyonla diğer sertlik değerlerine çevrilebilir.

Krom kaplama tabakasının çok sert olması daima merak konusu olmuş ve araştırmacıların bu yönde yaptıkları çalışmalardan sertliği etkileyen en önemli faktörün banyo özellikleri olduğu saptanmıştır.

a) Akım yoğunluğu ve sıcaklık :

Bazı araştırmacılar kaplamanın sertliğini bu iki değere bağlı olarak incelerler. Elde edilen sonuçlar 900 - 1000 Vickerslik maksimum sertlik değerlerinin 30 – 40°C dolayında 10 amp/dm² 'lik akım yoğunluklarında ve 55 – 60°C arasında 30 – 60 amp/dm² 'lik akım yoğunluklarında elde edildiklerini göstermiştir. Pratikte banyo sıcaklığındaki dūřme kaplamanın matlaşmasına ve kurşuni bir renk olmasına ve sertlikteki 600 VSD 'yi bulan dūřmelere neden olur. Sabit bir akımda banyo sıcaklığı arttığında kaplama beyaz bir renk alır. Kenarlarında yanma başlar ve sertlik 70°C 'de 600 VSD 'ye kadar dūřer.

b) Kromik asit ve sūlfirik asit konsantrasyonu :

Kromik asit / sūlfirik asit oranı sabit kalmak řartıyla kromik asitteki artıř sertliđi dūřürmektedir. Genellikle kullanılan 100/1 oranı için, kromik asit 250 gr / lt, SO₄ 2,5 gr / lt en çok kullanılan miktarlardır.

c) Üç valanslı krom miktarı :

Sertliđi kontrol eden üç valanslı krom miktarı 3,25 gr / lt arasında tutulmalıdır, bu sınır aşıldığında sertlik dūřer.

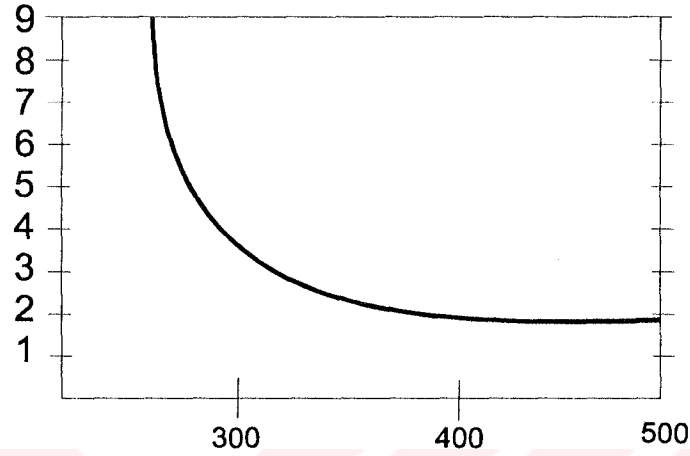
d) Kristal yapısı ve tane boyutu :

Hame, Rotary ve Wylilie, kristal yönlenmenin tercihli yönlenmeye en yakın olduğu durumlarda en parlak ve en sert kaplamaların elde edildiğini bildirmektedir. Krom kaplama tane boyutu çok küçük olup normal mikroskopla gözlenemez. Wood tane boyutunu X₂ ışınları difraksiyonu ile ölçerek 0.8 – 1.4 10⁶ cm arasında değerler elde etmiştir.

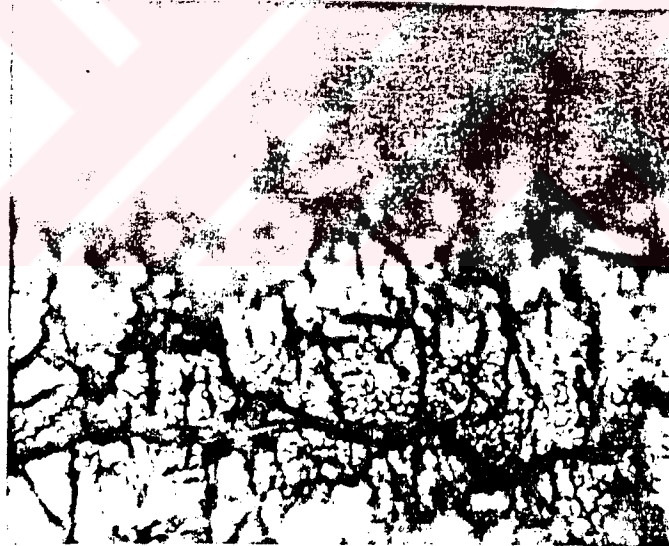
şekil 3.1 'de sertlik ve tane boyutu arasındaki ilişki gösterilmiştir.

Şekil 3.2 'de ise sert kromun optik mikroskoptaki fotoğrafı gösterilmiştir. Taneler yerine çatlaklar görülmektedir. Tane boyutunun esas etkisi $2 - 10^{-6}$ cm 'nin altındaki boyutlarda görülmektedir.

Tane boyutu küçüldükçe sertlik hızla artmaktadır.



Şekil 3.1: Sert krom kaplamada sertlik ve tane boyutu arasındaki ilişki



Şekil 3.2: Sert kromun optik mikroskoptaki görüntüsü (x 100)

e) Hidrojen miktarı :

Sertliğin nedeni içerdiği yüksek miktardaki hidrojene bağlanabilir. 1934 'de Gurchrant, Clausman, Billan ve Cauthary uygun ısıtma ile hidrojenin büyük bir kısmının sertliği, fazla azaltmamak şartıyla giderildiğini gösterdiler. Bir yıl sonra mokarilma ve Bimkoff aynı sonucu buldular.[16]

3.1.2. Aşınmaya direnç

Sert kromun aşınma direnci esas olarak sertliğine ve kaplanan metalin düşük yüzey enerjisine bağlıdır. Bir çok durumda sert krom kaplama için son derece önemli olan aşınma direnci hakkında deneysel veriler ortaya koymak son derece zordur. Mühendislik uygulamalarında aşınma aşağıdaki beş durumda meydana gelir.

- 1) Kuru sürtünme (kayışlar, makaralar, levyeler)
- 2) Yüksek basınçta yağlı sürtünme (hidrolik çekiciler, piston odası)
- 3) Dönerek yağlı sürtünme (krank şaftları, makara şaftları)
- 4) Abrasiflerin etkisiyle (gaz ve çimento üretiminde biriket kalıplarında)
- 5) Yüksek sıcaklıklarda (sondaj aletlerinde)

Yukarıda görüldüğü gibi kaplama işlemleri çok önemli bir yer tutmaktadır. Ve verilen bilgiler endüstriyel uygulamanın genişliği hakkında bir bilgi vermektedir. Bilinmesi gereken en önemli husus, krom kaplanan parçanın diğer parçalara göre beş veya on kat daha fazla aşınma direnci gösterdiğidir.[16]

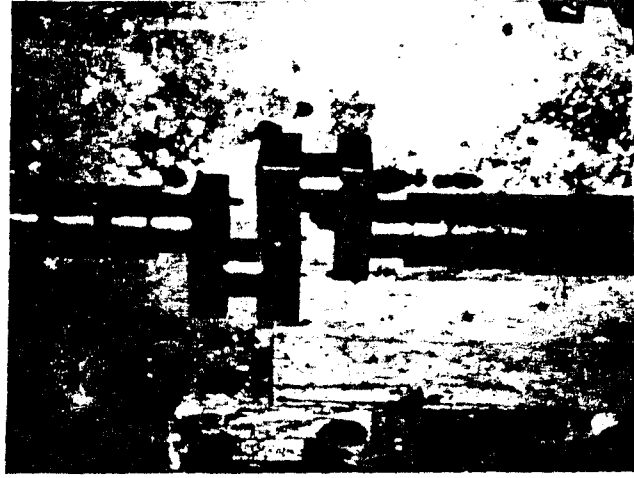
3.2. Korozyon ve Isıya Dayanımı

3.2.1. Korozyona dayanımı

Bir çok uygulamada sert krom kaplama kimyasal ve karşı tesirli temel maddelerin etkilerine dayanıklıdır. Kaplamanın koruyucu özellikler bir çok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Bunlardan bir tanesi kaplanan metalin çok ince yapısına sahip olması gerekliliğidir. Oksitleyici ve redükleyici korozyona dayanım aranan özelliklerdir.

Kromun fiziksel özelliklerine ve yapısına bağlı olan kimyasal etkilenme direnci mekanik faktörler kontrolünde arttırılmalıdır. Ana metalin hazırlanması, kaplamanın toklu ve homojenliği kaplanan parçanın performansını önemli ölçüde etkiler.

Oksitleyici ve redükleyici reaktiflere bazı karşı tesirli kimyasal maddelere karşı direnç Tablo 3.1 'de verilmiştir.



Şekil 3.3: Krank Şaft yataklarına sert krom uygulanması.

Tablo 3.1: Sert krom kaplama tabakalarının çeşitli ortamlarda korozyona dayanımı

İnorganik Asitler

Arsenik asit
Kromik asit
Hidroklorik asit
Nitrik asit
Fosforik asit
Sülfürik asit

Organik Asit

Asetik asit
Benzoik asit
Sitrik asit
Formik asit
Oleik asit
Oxalik asit
Tiriklorasetik asit
Ürik asit

Gazlar

Atmosferik hava
Sıcak oksitleyici
Sıcak redükleyici
Amonyak
CO₂
CO
Klor
O₂

Diğer malzemeler

Pancar şekeri
Meyva asitleri
Tutkal
Mürekkep

Dayanım

Orta
Orta
Hızlı etkilenme
Yavaş etkilenme
Etkilenir
Orta

Dayanım

Yavaş etkilenme
İyi
Yavaş etkilenme
Yavaş etkilenme
İyi
İyi
Etkilenir
İyi

Dayanım

İyi
İyi
İyi
İyi
İyi
İyi
Nemli ortamlarda etkilenir.
İyi

Dayanım

İyi
Genellikle iyi
İyi
İyi

3.2.2. Isıya dayanımı

Sert krom kaplama ısı etkilerine karşı iyi dayanmaktadır. Isının en önemli etkisi antikorozyon özellikleri ortadan kaldırmasıdır. 400°C civarında sertlik hafifçe düşmektedir. Bu sıcaklığın üzerinde ise sertlik saf kromun sertliğine düşer.

Isı mekanik özellikleri de etkiler, elastik modül 400°C 'de artar. 1200°C 'nin üzerinde yavaşça azalır ve bu sıcaklıktan sonra hızla artar. [16]

3.3. Düşük Sürtünme Katsayısı

Sert krom kaplamanın endüstriyel alanda ve mühendislik uygulamalarında bu denli önem kazanmasının nedenlerinden biride kaplamanın çok düşük yüzey enerjisine dolayısıyla düşük bir sürtünme katsayısına sahip olmasıdır.

Sert krom kaplama yapılmış yüzeyler yağlarla ısıtılmazlar. Bu açıdan çelik ve dökme demir bazı koşullarda kabul edilebilir. (Örneğin içten patlamalı makine silindirlerinde). Sert krom kaplanmış silindir burguları çatlak oluşmasına neden olmaktadır.[16]

3.4. Görünüş ve Dekoratif Özellikler

Metalik kromun çekici görünüşü, geniş ölçüde kullanım alanı bulunmasına neden olur. Bununla birlikte dekoratif krom kaplama aşınma direncinin azlığı nedeni ile pek kullanılmamaktadır.

Sert krom kaplamanın 7,5 – 50 µ 'luk ince tipleri güzel görünüm amacıyla çok çeşitli şekillerde parlatılabilir. Aşınma ve korozyon direnci gibi özelliklerini bu işlemler sonucunda kaybetmezler.

Bu parlatma işlemleri:

- 1) Ayna parlatma
- 2) Cilalayarak parlatma
- 3) Satenle parlatma
- 4) Donuk parlatma

Ayna parlatma esas metalin aşırı derecede parlatılması, cilalanması, kaplanması ve son işlem kademelerinden oluşur. Daha düşük standarttaki parlatma cilalayarak parlatmadır. Parlak ve düzgün bir ana metal üzerine uygulanan kaplama ufak parçalarda düzgün ve parlak bir görünüm sağlar. Saten parlatma bir abrazyonla cilalama, saten ile işlemin ya da kaplamadan önce saçmalarla temizlenmesi, gerekirse ikinci bir parlatma işleminin yapılması şeklindedir. X – ışınları makinaları ve benzer aparatın taşınmasında ihtiyaç duyulan kolonlarda normal kaplama aşınmayı karşı koyamaz. Bu açıdan cilalayarak veya saten parlatma avantajlıdır.

Mikrometre ve ince ayar makinalarının parçaları korozyona karşı saten parlatma yapılmış sert krom kaplamayla korunur. Dikiş makinalarında sualtı balıkçılığı aletlerinde, dağcılık gereçlerinde, buz hokeyi ayakkabılarında son işlemlerin kaliteli olduğu krom kaplama kullanılır.[16]

3.5. Paramanyetik Özellikler

Bu kaplamanın en önemli özelliklerinden biride paramanyetik olması ve metal yüzeylerinin antimanyetik olması amacıyla kullanılabilmesidir. Buna klasik bir örnek eğe ve törpülerdir. Bunlar ince krom tabakalarıyla kaplandıklarında çelik talaşının arasında kalması engellenir ve eğe temiz kalır.

3.6. Çatlak Yapısı

Krom katotta ince bir tabaka halinde toplanmaya başladığı zaman bir çok mikroskobik gözenekler ihtiva eder. Şekil 3.4 'deki gibi tabaka kalınlaşmaya

başladığı zaman porozite azalmaya başlar. Krom tabakası 0,5 μ kalınlığa ulaştığında bu mikroskobik çatlaklar ortaya çıkmaya ve kalınlık büyüdükçe artmaya başlar. Kalınlık 1 mikrona ulaştığında çatlak sayısı çok artar. Fakat porozite nispeten azalır. 0,25 μ kalınlığında iken bir çok gözenek vardır. Buna karşılık çatlaklar yoktur. Bu gibi kaplamalar 1 mikron kalınlığındaki kaplamalardan daha fazla korozyon direncine sahiptirler. Pfonhousur 'a göre krom kaplamalarda görünen bu tabii çatlaklar elektrolit kaplama sırasında hidrojen çıkışıyla oluşur. Hidrojen çabucak uçup gider ve bunu üzerine bozulan krom yırtılarak çatlaklar verir.[16]



Şekil 3.4: Sert krom kaplamalardan çatlak yapısı (x 200)

3.7. Sert Krom Kaplamanın Uygulama Alanları[7]

3.7.1. Normal Sert Krom Kaplama Uygulamaları

Sert kromun endüstride uygulanması her geçen gün artmakta ve kullanımı sonucu yeni fikirler ortaya çıkmaktadır. Tablo 3.2 'de kaplamanın başarıyla uygulandığı temel endüstri alanları görülmektedir.

Tablo 3.2: Sert krom kaplamanın başarıyla uygulandığı alanlar

Kullanım alanı değerler.	Yeni işleme	İnce kap.	Kalın kap.	Yeniden değerler
1) Kesme takımları Sondaj çubukları Bizler Matkaplar Eğeler Freze bıcağı. Torna tezgahı	*	*	*	*
2) Yoklama takımları Segman masterları Mikrometreler İnce ayar düzl. Kumpaslar	*	*	*	*
3) Makine takımları Motor gömlekl. Torna çubukl. Yuvalar	*	*	*	*
4) Hava sanayii Piston çubukl. Valfler Silindirler	*	*	*	*
5) Genel Plastik kalıpl. Sac haddesi Huniler Ekstrüzyon vid Silindirler Meme dağıtıcıları Pres kütükleri	*	*	*	*

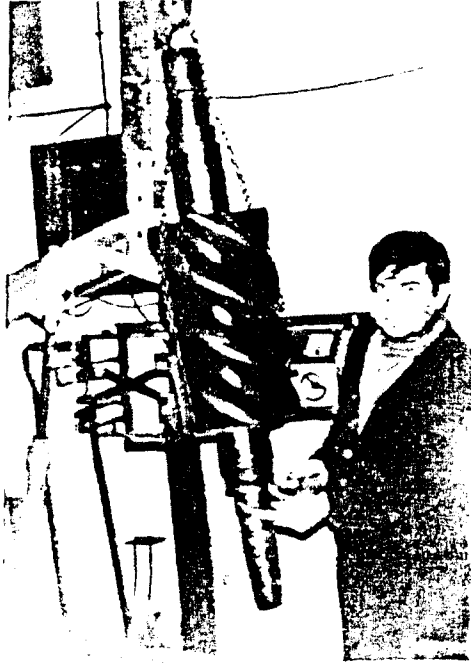
Tablo 3.2 (Devam): Sert krom kaplamanın başarıyla uygulandığı alanlar

Kullanım alanı değerler.	Yeni işleme	İnce kap.	Kalın kap.	Yeniden değerler
6) Türbinler Şaftlar Kanatlar	*	*	*	*
7) Tarım Pulluk gövdesi Bel çapa Yuvarlak testere	*	*		
8) Uçak Krank şaft Silindirler Piston segmanları Yükleme silindir Yükleme kütükleri	*	*	*	*
9) Kimya Genel koruyucu kap. Cam kalıpları Pirometrelerin kap. Plastik kalıpları Sabun kalıpları	*	*		*
10) Madencilik Kazma dest. Kütük. Pompa piston mili Kompresör rotları Krank şaftları Kesici uçlar Hidrolik kütükle. Rehber kablolar	*	*	*	*

Tablo 3.2 (Devam): Sert krom kaplamanın başarıyla uygulandığı alanlar

Kullanım alanı değerler.	Yeni işleme	İnce kap.	Kalın kap.	Yeniden değerler
12) Gıda Genel koruyucu k. Macun mikserleri Dairesel bıçakl. Kıyma bıçakları Bisküvi kalıpl. Şekerpancar kes. Musluk tabaları	*	*		
13) Metal Presleme kalıpl. Kelepçeler Saç haddeleri Düzeltilme haddel. Kalıp zımbaları Tel çekme çubkl. Metal eğme fakl.	*	*	*	*
14) Motor Rulmanlar Krank şaftları Silindir gömlk. Fren şaftları Merdane yatağı Valfler	*	*	*	*
15) Optik Mikroskop Parçalr. Yansıtıcı aynalar Ölçekli sıkalalar	*			
16) Kağıt Kurutma silindl. Kabartma haddel. Duvar kağıdı hadl. Giyotin makaslar	*	*	*	*
17) Matbaacılık Banknot silindl. Baskı tabloları	*	*		

(*) işareti başarılı kullanım alanlarını belirler.



Şekil 3.5: Ekstruder mili yataklarına sert krom uygulaması.

3.8. Çatlaksız Krom Kaplamalar için Endüstriyel Uygulamalar

Çatlaksız sert krom kaplama kullanımı aşağıdaki kaplama özelliklerinden birine veya bir kaçına bağlıdır.

- a) Korozyon direnci,
- b) Aşınma direnci,
- c) Ani yüklemelere karşı (piston, şaft, sepmen.....),
- d) Isınma direnci,
- e) Boyutsal değişim,
- f) Termal şok direnci,
- g) Kolay temizlenebilme.

Serbest çatlaklı krom kaplama işlemine tabi tutulan bazı makine parçaları ve aletlerinde aşağıdaki karşılaştırmalı sonuçlar bulunmuştur.

- 1) Hava freni kontrol valfi kapağı: Çatlaklı sert krom kaplama elektrolizle elde edilmiş ve %70 fiyat avantajı sağlanmıştır.

- 2) Armatör kutup parçaları: Serbest çatlaklı krom kaplama nemli bölgelerde ancak iki ay korozyon direnci göstermiştir.
- 3) Bilya ve rulman: 540°C 'de korozif ortamda çalışıldığında mükemmel sonuç verir. (bu şartlarda normal kaplama dayanımı kötüdür).
- 4) Benzinli motor kanallarında: Aşınma direnci, düzgün yüzey, çatlama ve genleşme olmaması normal kaplamadan daha fazla kullanım ömrü sağlar.
- 5) Matkap, pafta, delicilerde: Yüksek aşınma direnci ve genleşmenin az olması avantajlarıdır. Normal kaplamanın iki katı ömre sahiptir.
- 6) Cam kalıpları: Termal şoka dayanıklı çatlama pullanma yok, kalıp ömrünü sekiz kat çoğaltır.
- 7) Hidrolik pistonları ve şaftları: Yüksek korozyon ve aşınma direncine sahip, ayrıca genleşme ve boyut değişimi yok, normal kaplamanın kullanılmadığı bir çok durumda kullanılır.
- 8) Petrol sondaj aletleri: Korozyon ve aşınma direncine ilaveten ani yüklemelere karşı, mukavemeti artırır.
- 9) Çelik yüzeylerin, sülfürden tamamen korunmasıyla korozyon direnci artar, ısı direnci yüksektir, normal kaplamalardan birkaç misli daha fazla kullanım ömrüne sahiptir.
- 10) Teleks ve daktilo parçaları: Korozyon ve aşınma direnci artar ve nemden korunur.
- 11) TV tüp kalıpları: Isı direnci yükselir, cam karışımlarının yüzeye etkisini yok eder ve kullanma ömrünü 5 ila 10 kat artırır.

3.9. Sert Krom Kaplamada İşlem Kademeleri

Sert krom kaplama için genellikle aşağıdaki sırayı takip etmek uygundur.

- 1) Isı işlemi,
- 2) Aşındırma, parlatma, püskürtme yoluyla yüzey temizleme,
- 3) Düzenek kurma (parçaların askıya alınması, anot, katot, dizaynı),
- 4) Kimyasal ve elektro kimyasal yüzey temizleme (yağ alma),
- 5) Pas ve yabancı maddelerin giderilmesi (asitte bekletme),
- 6) Anodik dağlama,

- 7) Çalkalama ve ön ısıtma,
- 8) Kaplama,
- 9) Gerilim giderme,
- 10) Parlatma ve yüzey aşındırma,

3.10. Isı İşlemi

Genellikle sert çeliklerde gereklidir. Kaplamadan önce gerilim giderilmesi için bu işlem uygulanmamışsa kaplamada çatlama ve bozulmalar olur. Sertliği 40 RC'den düşük çelikte bu işleme gerek yoktur, eğer sertlik 40 – 57 RC arasında ise gerilim giderme gereklidir. İşlem 150°C 'de ısıtılmış yağda yarım saate yapılır. Sertliği 57 – 65 RC arasındaki çelikler sert kromla kaplamaya uygun değildir.

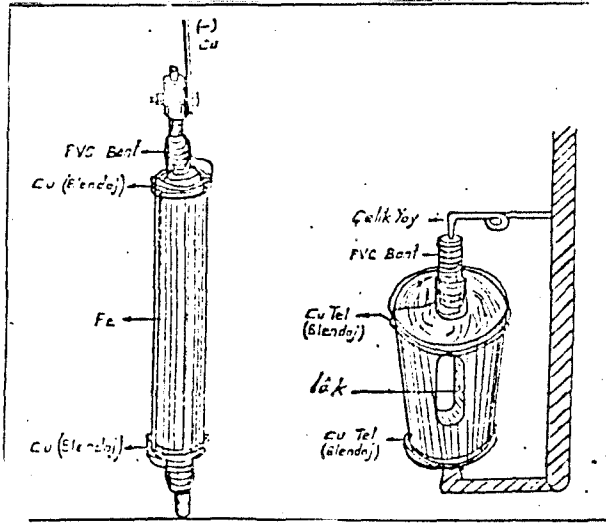
3.11. Aşındırma – Parlatma

Aşındırma işlemleri için kullanılan zımpara taşları karbondan (SiC) veya koridon (Al_2O_3) aşındırıcıları ile yapıştırıcı olarak silikat esaslı çimentoların uygun şekilde kalıplanması ile hazırlanır ve kaba parlatma işlemlerinde de kullanılır. Daha önce parlatmada ise güderi, saten diskler kullanılır.

3.12. Düzenek Hazırlama

Kaplanacak parçaların katot olarak banyoya yerleştirilecek hale getirilmesi, uygun bir düzen içersinde yapılmalıdır. Banyodan optimum faydayı sağlamak için gerekli olan tasarım aşağıda belirtildiği gibi yapılmalıdır.

Parçalar gereği kadar büyükse, (büyük, şaftlar, merdaneler.....) bu durumda parçalar bakır askılara alınır. Kaplanmayacak kısımlar bal mumu veya özel boya ile izole edilir ve kaplamaya hazır hale getirilir. Parçalar ufak boyutta iseler bu durumda çok miktarda parça askıya alınarak katot baralarına yerleştirilir. Askılar Şekil 3.6 'da iki parçanın sert krom kaplamaya hazırlanışı



Şekil 3.6: İki parçanın sert krom kaplamaya hazırlanışı [27]

3.13. Kimyasal ve Elektro Kimyasal Yüzey Temizleme

Kimyasal ve elektro kimyasal yüzey temizleme, üçüncü bölümde, kaplama öncesi temizleme işlemi kademeleri bölümünde geniş olarak açıklanmıştır.

3.14. Dağlama

Kaplamanın yüzeye iyi yapışması için uygulanır. Dağlamanın dört ana prensibi aşağıdaki gibidir.

- 1) Kaplama çözeltisine daldırma,
- 2) Ters akımla kaplama çözeltisinde dağlama,
- 3) Sülfürik asitte anodik dağlama,
- 4) Anodik kostik dağlama.

3.14.1. Kaplama çözeltilisine daldırma

Krom kaplama çözeltileri gerçekte çok kuvvetli asittir ve çelik parçaları hafif dağlarken, bakır ve pirinç parçaları daha derin bir şekilde dağlarlar. Bu metot genellikle dağlama derinliği arttığı zaman akım düşmesinden dolayı oluşan erozyon tehlikesi durumlarında kullanılır ki bu durum en çok plastik kalıp malzemeleri ve parlatılmış dökme demirlerde görülür.

Parlatılmış pirinç ve bakır yüzeyindeki ince kaplamalar için banyo kapalı iken yüklenir ve 30 sn zarfında kaplamaya başlanır. Daha uzun sürelerde dağlama derin olur ve erozyon tehlikesi vardır.

3.14.2. Ters akımla kaplama çözeltisinde dağlama

Bu metot parlatılmış çelik yüzeyinde bazı dökme demir parçalarında çok başarılıdır. Dağlama normal olmakla birlikte iyi yapışma sağlanabilir.

Eğer dağlama işlemi 20 – 30 sn 'den fazla bir sürede yapılırsa parçalar üzerinde gevrek kaplama tehlikesi ortaya çıkar. Genel uygulamada parça, çözelti içinde 3 – 10 dk ısınması için bırakılır. Kaplamadan önce ters akım yoğunluğu 15 – 30 sn uygulanarak dağlama işlemi yapılır.

Ters akımla dağlamanın kullanıldığı en önemli alanlardan biride kromun kromla kaplanmasıdır. Parçalar banyoya yüklenir, akım kapalı iken birkaç dakika ısınma için beklenir, sonra 15 – 20 sn normal akım yoğunluğunda dağlama yapılır.

3.14.3. Sülfürik asitte anodik dağlama

Sertleştirilmiş ve alevle sertleştirilmiş çelikleri, nikelli paslanmaz çelikleri, kromlu paslanmaz çelikleri, dökme demir pirinç ve sarı malzemeleri 27 amp / dm² akım yoğunluğu ve %30 'luk çözeltilerde dağlamak en uygundur. Asit genellikle plastik veya kurşun tanklarda bulunur.

Nemlendirici madde miktarı yüzeyde yağlı bir tabakanın oluşumunu engelleyecek biçimde ilave edilir. Normal sertleştirilmiş çelikler ince kaplamalar için 3 – 5 sn, kalın kaplamalar için 3 – 5 dk dağlanır. Bazı tip kötü aşındırılmış yumuşak çeliklerde yüzeydeki metal parçalarının dağlama ile giderilmesi için uzun süre yaklaşık dağlama ile giderilmesi için uzun süre yaklaşık 10 dk dağlama yapılır. Dökme demirler sülfürik asit içinde 20 sn süre ile dağlanır. Yüzeydeki karbon filmi temiz su ile giderildikten sonra kaplama banyosuna alınırlar.

Nikel parçalar, plakalar, nikelli paslanmaz çelikler sülfürik asit içersinde 10 dk süre ile dağlanırlar. Kaplamadan sonra gri mat bir görünümüleri vardır. Nikel ve nikelli çelikler çok düşük akım yoğunluğunda kaplanırlar. Bazı pirinç ve sarı parçalar sülfürik asit içersinde nikel parçalara benzer şekilde dağlanırlar.

3.14.4. Anodik kostik dağlama

Bu çözelti iki özel malzeme için uygulanır. Fakat tüm çelik ve demir parçalardan kromun ayrılmasında kullanılabilir.

Anodik kostik dağlama kalın kaplama yapılacak pirinç ve bronz parçalar için kullanılır. Bunlar normal olarak 10 dk süre ile dağlanırlar daha sonra HCl içersinde temizlenir, ölü banyoya yüklenirler ve 10 – 30 sn banyoda tutulurlar.

Nitrürleşmiş ve nitro alaşımlı çeliklerin yüzeyinde kostik dağlama yetersizdir. Bunun için normal sertleştirilmiş çeliklerde olduğu gibi sülfürik asitte dağlandıktan sonra, kostik dağlama 10 dakika süre ile uygulanır.

Gözenekli demir ve çelik yüzeyindeki yağlar ve gresler yüzeye iyice işlediğinden ve normal trikloretilenle giderilmediğinden sülfürik asit ile dağlamadan önce kostik ile 10 – 15 dk dağlama yapılır. Kostik çözelti aynı zamanda alüminyum ve hafif alaşımların üzerindeki anodik filmi gidermek için kullanılır. Metal çözeltilere daldırıldığı zaman reaksiyon olmaz, fakat anodik film kırılmaya başladığında gaz çıkışı başlar ve film tamamen kopuncaya kadar devam eder.[16]

3.14.5. Dağlama çözeltileri

a- Sülfürik asitte dağlama

Tank: Lastik veya plastik kaplı çelik.

Sıcaklık: Oda sıcaklığı.

Çözelti: 500 gr / lt H_2SO_4

Metot: Banyo yarıya kadar su ile doldurulur, yavaş yavaş asit ilave edilir ve ilavelerin aynı ısıya gelmesi beklenir. İlaveleri, nemlendirici, köpük söndürücü.

b- Kostik dağlama

Tank: Normal çelik.

Sıcaklık: Oda sıcaklığı.

Çözelti: 200 gr / lt NaOH.

İlaveler: 6 gr / lt Sodyum siyanür.

c- Siyanit bakır (hafif alışımlar için)

Tank: Çelik veya plastik

Sıcaklık: 27 – 32°C

Çözelti: Bakır siyanit.....30 gr / lt

Sodyum siyanit.....38 gr / lt

Soda külü.....38 gr / lt

Roşel tuzu.....50 gr / lt

d- Zinkat çözeltisi (hafif alaşımlar için)

Tank: Çelik

Sıcaklık: 27 – 32°C

Çözelti: Kostik.....500 gr / lt

Çinko oksit.....100 gr / lt

e- Hidroklorik + Hidroflorik asit ile dağlama (Hafif alaşımlar için) (NOH)

Tank: Sert lastik, plastik kaplı elik.

Sıcaklık: Oda sıcaklığı

Çözelti: HCl %30 'luk.....100 gr / lt

HF200 gr / lt

f- Nitrik asitle dağlama (Hafif alaşımlar için)

Tank: Sert lastik veya plastik kaplı elik

Sıcaklık: Oda sıcaklığı

Çözelti: Hacimce %50 'lik Nitrik asit [16]

3.15. Kaplama İşlemi

Sert krom kaplama sistemlerinde parçaların kaplama kademesi çok önemli yer tutar. Seçilen banyo çeşidi, alışma Şartları ve kaplama banyosunun kontrolü, kaplamanın kalitesi ve özelliklerini etkiler. [7]

3.15.1. Banyo eşitleri

3.15.1.1. Konvansiyel sert krom banyoları

İki ana çözeltiden oluşur. H_2SO_4 ve CrO_3 150 – 500 gr / lt arasında ve CrO_3 / SO_4 oranı olarak da 80 – 120/1 kullanılır, 100/1 oranı en çok kullanılan orandır. Standart özeltelerde katot etkinliği daha fazladır. Konsantre özeltelerde katot etkinliği daha fazladır. Konsantre özeltelerde katot etkinliği daha iletken olup, daha az voltaj gerektirir. Standart özelteler (250 gr / lt CrO_3 içerir. CrO_3 / SO_4 oranı olarak 100/1) kullanılır.

Pratikte en kolay kontrol edilen banyodur.

3.15.1.2. SRHS banyoları (Kendi kendini düzenleyen yüksek hızlı banyolar)

United Charimiumin inc. tarafında geliştirilmiş kontrolü çok kolay olan ve bir çok avantajlar sağlayan bir banyo türüdür. Kromik asit / Katalizör oranı otomatik olarak saptanabilir.

200 – 500 gr / lt Kromik asit, Stronsiyum, sülfat ve potasyum silikofluorit içerir. Kromik asit, stronsiyu oranı 100/8 olmalı silikofluorit akın iletkenliği artırıcı etki yapar. Kaplama hızı normalden %50 daha fazladır. Konvansiyonel banyolara göre avantaj ve dezavantajları aşağıda belirtilmiştir.

Avantajlar	Dezavantajları
1) Hızlı kaplama	1) Daha yoğundur
2) Parlak ve Pürüzsüz kaplama	2) Çeliğe ve Alüminyuma çok koroziftir
3) Kolaylık ve ucuzluk	3) Havalandırmayı sağlayan vantilatör ve baralara korozif etki yapar.
4) Çeliklerde paslanma direncine az etki etmesi	
5) Az yüzey çatlağı ve yüksek korozyon direnci	

3.15.1.3 Çatlaksız sert krom kaplama banyoları

SRHS banyolarının yeni geliştirilmiş özel bir tipidir. Bu banyolarda elde edilen kaplamalar serbest çatlak yapısı gösterir. SRHS ve çatlaksız kaplamalar, kolay kurşun alaşımı ve plastik kaplı çelik tanklarda yapılır. Çözelti sıcaklığı önemlidir.

(65.5 ± 1°C) kontrol gerektirir. Fazla sıcaklık değişiminde sülfat ve klorit radikalleri kaplamayı çatlatır. Akım yoğunluğu 16 – 100 amp/dm² arasındadır, genellikle 50 amp / dm² civarında tutulur. Bu yüksek akım yoğunluğunu taşıyacak baraları devamlı

kontrol etmek gerekir. Bu akım yoğunluğunda köşe ve keskin kenarlarda kaplama parlaklaşır ve bu alanda genellikle çatlaklı yapı vardır.[7]

3.15.2. Kullanılan Araç ve Gereçler

3.15.2.1. Küvetler

Krom kaplamada kullanılan küvetler, çelikten yapılır ve aşağıdaki maddelerden biri ile kaplanırlar.

- a) Plastikler (Cam lifli polyester veya PVC 2.5 – 5 mm arasında)
- b) Antimuan ihtiva eden kurşun alaşımı levhalar (3 – 3.5 mm kalınlıkta)

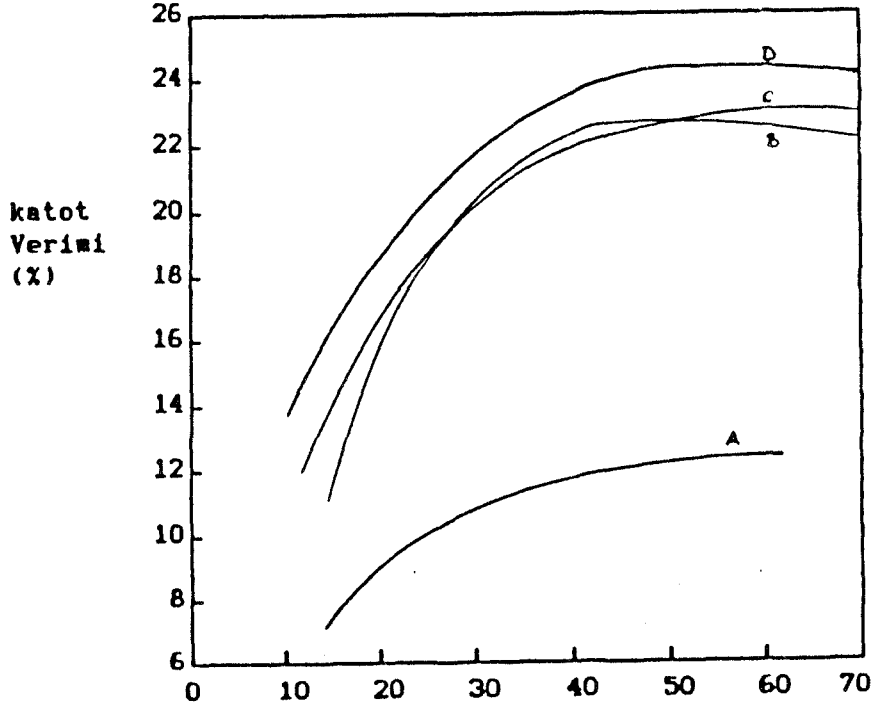
Günümüzde tuğla ve kiremit kaplama uygulaması azalmakta ve plastik kaplamalar daha çok kullanılmaktadır.[21]

3.15.2.2 Anotlar

Krom kaplamada anotun görevi çözeltiliye akım iletmektir. Krom iyonları, banyo çözeltilisindeki asit tarafından sağlanır. Genellikle erimeyen kurşun veya kurşun alaşımli anotlar kullanılmaktadır. Saf kurşun anotlar yalnız sürekli çalışan banyolarda kullanılır. Çünkü durgun banyolarda, banyo çözeltilisinin saf kurşun anotla reaksiyonu sonucu küvetin dibinde kalın bir kurşun kromat çözeltilisi belirir.

Normal sülfat banyoları için %6–8 antimuan kapsayan kurşun alaşımları kullanılır. Florürlü banyolar için %4–7 kalay bileşimi olan kurşun alaşımları tercih edilir.

Genellikle yuvarlak kesitli anotlar kullanılmaktadır. Eğer anotun ağırlığı bir uygulama güçlüğü doğurursa içi boş yuvarlak anotlar kullanılır. Ancak bu tür anotların akım iletme yetenekleri azdır. Aşağıdaki şekil ve tabloda anot verimi ile akım yoğunluğu arasındaki ilişki verilmiştir.[6]



Şekil 3.7: Sert krom kaplamada akım yoğunluğu ile katot verimi arasındaki değişim [6]

Tablo 3.3: Sabit sıcaklıkta akım yoğunluğu ile katot verimi arasındaki değişim [6]

Proses	Sıcaklık °C	Akım yoğunluğu	Katot verimi
		Amp / dm ²	
Zonax (A)	54	39	13
Hycrome (B)	54	46	22
Catalyte (C)	54	54	23
Chromefast (D)	54	54	24

Krom metalinden yapılan anotlar endüstriyel ölçüde genellikle krom kaplamada kullanılmaz. Krom anot olarak kullanıldığı zaman kolayca çözünmesi ve kromun çözüldükten daha ucuz sağlanabilmesi nedeniyle anot olarak kullanılmaz. Krom iyonları kaplama çözeltisine kromik asit ilavesi yapılır. CrO₃ konsantrasyonu başlangıçtaki % 10 'undan daha aşağıya düşmemelidir. Kurşun anotlar banyo çözeltilerini kirletmemeleri nedeniyle tercih edilirler.

iyonları kaplama çözeltilisine kromik asit ilavesi yapar. CrO_3 konsantrasyonu başlangıçtaki % 10 'undan daha aşağıya düşmemelidir. Kurşun anotlar banyo çözeltilerini kirletmemeleri nedeniyle tercih edilirler.

Çalışma sırasında anot üzerinde meydana gelen kurşun peroksit tuzu üç değerlikli kromu altı değerlikli krom oksitler. Böylece banyodaki üç değerlikli krom konsantrasyonu düşük değerde tutulur.

Genellikle uzun dar şeritler halinde anotlar tercih edilir. Bunlar daha homojen bir akım dağılımı sağlarlar. Özel amaçlar için küçük platin tel anotlarda kullanılır. Çok ince deliklerin iç kısmını vs. kaplamak için kullanılır.

Son yapılan çalışmalarda Pb – Ag alaşımı denenmiştir. Isıda %3 Ag ihtiva eden kurşun anotlarda korozyon direncinin arttığını bulmuştur. Gebaver ise %2 Ag ve %2 Sn ihtiva eden kurşun anotlar zaman zaman yüzeyde toplanan oksitlerden temizlenir. Temizleme aside daldırma ve fırçalama ile olur bu usul fazla zaman alır.

Hyner, daha kolay ve daha etkili bir yöntem bulmuştur. Bu metoda göre kurşun anot, alkali piro-sülfat çözeltisinde katotik işleme tabi tutularak redüklenir.

3.16. Isıtma

Küvetler dışarıdan veya içeriden ısıtılabilir. Küçük küvetler için kurşun, kurşun alaşımli veya buhar helezonları veya quartz kaplı elektrikli iç ısıtıcılar kullanılabilir. Büyük küvetler ise dışarıdan ısı esanjörleri ile ısıtılır.

3.16.1. Akım üreteçleri

Elektrolitik kaplama işlemlerinde kullanılan doğru akım düşük voltajdır. Genellikle 6 voltluk bir gerilim kullanılmakta, bazı durumlarda bunun üstüne çıkılmaktadır. Bu nedenle düşük gerilimli akım, işletmelerde doğrudan elde edilir.

Pek çok işletmede jeneratörler doğrudan doğruya motora bağlanmıştır. Jeneratörler, çoğunlukla 50 – 2500 amper ve 6 – 12 volt arasında üretilirler. Büyük motor jeneratör tipleri ise 30 ton civarında bir ağırlıkta olup, 500 beygir gücündedirler. Az akım gereken hallerde bett – driven tipinde bir motor – jeneratör kullanılır. Jeneratörler en çok karışık halde, bağlanırlar. Bu noktada uyulması gereken en önemli husus, jeneratörün tüm işletmenin ihtiyacını karşılaması gerektiğidir.

Sürekli işlem yapılan yerlerde ikinci bir jeneratör. Tamir ve duraklama zamanlarında devreye girer. Krom kaplamada akımın titiz bir kontrolü gerektiğinden her kaplama yankı için ayrı jeneratör kullanılması idealdir.

Günümüzde kaplama işletmelerinde CuO, CuS ve SeS içeren redresörler 'de kullanılmaktadır.

3.16.2. İletkenlik çubukları

İletkenlik çubukları jeneratörlerden kaplama banyolarına akım taşınmasında kullanılırlar. En çok tercih edilen çubuklar yüksek iletkenliklerinden dolayı bakır çubuklardır. Bu çubuklar 6,5 – 10 cm genişliğindedirler. 6 metreden kısa uzunluklarda her 800 – 1000 amper için 6,5 cm² 'lik bir yüzey gerekir. daha uzun mesafeler için bu yüzey artırılır.

İletken çubukların bir araya getirilmesi ile akımın eklenmesi ile boyları da uzatılabilir.[21]

3.16.3. Redresörler

Krom kaplama dışında, kaplama banyolarını hepsi her tanka seri bağlanmış bir redresörler ile aynı kaynaktan beslenirler. Direnç tellerinin seri veya paralel bağlanmasına göre redresör iki sınıfa ayrılırlar. Paralel reostaya bağlanan daha fazla direnç teli sayesinde, kaplama banyosuna daha fazla akım sağlanır. Bunun için direnç tellerinin gittikçe artan bir dirence (0,02; 0,03; 0,04; 0,05 ohm gibi) sahip olması

gereklidir. Elde edilen akım şiddetleri çoğunlukla küçük yükler için 15 amperden, büyük yükler için 7500 amper 'e kadar değişir.[21]

3.16.4. Banyo bileşimleri

3.16.4.1. Normal sülfat banyoları

	Düşük konsantrasyon	Yüksek konsantrasyon
	<u>Sülfat banyosu</u>	<u>Sülfat banyosu</u>
Kromik asit	247,5 gr / lt	397,5 gr / lt
Sülfat	2,47 gr / lt	3.975 gr / lt
Akım Yoğunluğu (amp / dm ²)	32 - 64	14 - 49
Banyo sıcaklığı	32 – 64°C	43 – 63°C

Düşük konsantrasyon sülfat banyoları yüksek kaplama hızları nedeniyle sert krom kaplamalarda en çok kullanılan banyolardır. Yüksek konsantrasyon banyoları daha yavaş olmalarına rağmen daha iletken olduklarında daha düşük voltajlarda çalıştırılabilirler.

3.16.4.2. Florür banyoları

Kromik Asit.....	% 85 – 95
Sodyum Bkromat.....	% 1,6 – 6
Stansiyum Kromat.....	% 1,1 – 3,3
Sodyum Silikafluorür.....	% 1,9 – 5,5
Stansiyum Sülfat.....	% 0,4 – 1,2

Fluorür banyolarının akım verimliliği yüksek olup daha kalın ve sert kaplamalar elde edilmesinde başarı ile kullanılırlar. Bu banyolar, parlak krom kaplamada kullanılan karışık katalizörlü banyolara benzer ve onların özelliklerine sahiptir.[26]

3.17. Sert Krom Kaplamada Görülen Hatalar ve Nedenleri

3.17.1. Kaplama ince ve eşit kalınlıkta değil

- 1) Düşük kromik asit miktarı.
- 2) Kromik asit miktarının toplam katalizör miktarına oranının düşük oluşu önlenmesi: Kromik asit eklenir veya sülfat (katalizör) miktarı fazla ise baryum karbonatla sülfat çöktürülür.
- 3) Çok yüksek banyo ısısı.
- 4) Çok düşük akım yoğunluğu.
- 5) Pozitif ve kirli anotlar önlenmesi: Anotlar temizlenir ve tekrar aktifleşir. Anotlarda sabit gaz çıkışı elde edilene kadar banyo ısı karta katotlarla çalıştırılır. Anot bağlantılarının iletkenliğini kontrol etmek gerekir.
- 6) Elektrik bağlantılarında aşırı metal birikmesi.
- 7) Sivri ve keskin uçlarda yanık kaplama elde etmemek için bu bölümlerin önüne konulan metal paravanların çok büyük ve parçaya çok yakın olması.
- 8) Parça üzerindeki deliklere yakın bölgelerin iyi kaplanması: Gidermek için, delikleri iletken olmayan bir malzeme ile tıkmak.
- 9) Bazı bölgelerde Gaz birikmesi sonucu kaplama eriğinin bu bölgelere erişememesi; önlenmesi: parçaların şekillerine göre banyo üzerindeki konumları yeniden düzenlenerek, bütün gazın çıkışı sağlanır. [26]

3.17.2. Yanık kaplamalar

- 1) Banyodaki kromik asit miktarının katalizör miktarına oranla çok yüksek oluşu.
- 2) Çok yüksek akım yoğunluğu.
- 3) Çok düşük sıcaklık.
- 4) Kaplama sırasında büyük parçaların sıcaklığının banyo sıcaklığından daha düşük olması.

- 5) Değişik parçalardan meydana gelmiş bir grup içinde bazı parçaların çok akım alması; önlenmesi bağlantılar yeniden düzenlenir ve parçaların eşit akım almaları sağlanır.
- 6) Kaplama sırasında akım iletiminin kesikli olması.
- 7) Anot aralıklarının çok yakın oluşu.
- 8) Fazla sayıda anot bulunması.

3.17.3. Düşük kaplama hızı

- 1) Kromik asit miktarının fazla oluşu,
- 2) Kromik asitin toplam katalizöre oranının çok yüksek olması,
- 3) Banyonun fazla sıcak oluşu,
- 4) Çok düşük akım yoğunluğu,
- 5) Kirli anotlar,
- 6) Anot veya katot devrelerindeki iletkenin yetersiz boyutta oluşu veya devreye uymamaları,
- 7) Sivri ve keskin uçlu parçaların keskin uçlarında yanık, kaplama elde etmemek için bu uçlar önüne koyulan metal engellerin çok fazla akım çekmesi (Engeller küçültülür veya şekilleri değiştirilir).
- 8) Devrede akım kaçağı bulunması,
- 9) Kısmi yanma nedeni ile elektrik bağlantısının tek faz çalışması,
- 10) Baraların, askıların ve diğer bağlantıların kirlenerek akım geçirme direncinin artması (bağlantılar temizlenir, akım sürekli ölçülür).
- 11) Bir kuvvet içinde çok sayıda değişik cins ve şekilde parça bulunması sonucu, her türlü parça için gerekli akım yoğunluğunun elde edilmemesi,
- 12) Küvette gereğinden fazla sayıda parça olması,

3.17.4. Yumrulu kaplamalar

- 1) Kaplamadan önce yapılan yüzey aşındırmanın, kaplama kalınlığına oranla yetersiz oluşu,
- 2) Kaplanacak parça yüzeyinin düzgün olmayışı,
- 3) Eriyikteki kromik asit miktarının çok fazla oluşu,

- 4) Düşük sıcaklık,
- 5) Düşük sülfat konsantrasyonu,
- 6) Aşırı akım yoğunluğu,

3.17.5. Çukurlu kaplamalar

- 1) Kaplanacak yüzeyin çukurlu oluşu,
- 2) Banyo çözeltisinde yabancı maddeler bulunması (çözelti filtre edilir),
- 3) Kalın kaplamaların kaplanması sırasında banyo çözeltisinde kullanılan sürfektanlar derin çukurlara sebep olurlar (mümkün olduğu kadar taze çözelti kullanmak),
- 4) Yüzeye yapışan Gaz kabarcıkları, yüzeyin kaplamadan önceki bitirme işlemlerinin yeterli olmayışı (kaplama sırasında parçalar hareket ettirilir),
- 5) Parçaların mıknatıslanması,
- 6) Banyo çözeltisindeki magnetik parçacıklar (magnetik parçalar temizlenir),
- 7) Kaplamadan önceki yüzey temizleme işlemlerinin yetersizliği,
- 8) Anotlardan veya perdelerden ayrılan parçacıkların, kaplanan parça yüzeyine yapışması,
- 9) Yüzey aşındırma yapılmış veya eski kaplaması kaldırılmış parça yüzeyini çok fazla aşındırılmış olması.

3.17.5.1. Kaplamanın yüzeye iyi yapışmaması

- 1) Kaplamadan önce dağlamanın (asitle aşındırmanın) yetersizliği veya hiç yapılmamış olması,
- 2) Yüzeyin iyi temizlenmemesi,
- 3) Kaplanacak parçanın aşırı derecede sert olması,
- 4) Kaplama parça yüzeyinin sivri keskin uçları taşlama işlemi sırasında fazla taşa tutulduğu takdirde burada metal yer yer çatlar. Kaplamadan sonra bu çatlaklar daha belirgin olup bu bölümlerde kaplamanın yüzeye iyi yapışmadığı izlenimi verir.
- 5) Bazı devrelerin yanması nedeniyle, elektrik devresinin tek faz çalışması,
- 6) Akımın kesilmesi,

7) Soğuk banyo çözeltisi.

3.17.5.2. Makro çatlaklar

1) Kaplanan metalde gerilmelerin bulunması. Çatlaklar taşlama sırasında veya parçalar ısıtıldıklarında açıkça görülürler (Kaplama yapılmadan önce gerilim giderme işlemi iyi yapılmalıdır).

3.17.5.3. Kaplama sonrası işlemler

Kaplama sonrası işlemler elektrolitik kaplamaları kapsar. Aşağıdaki belirtilenler bu işlemlerin dışında kalır.

- Makine vida dişlerine yapılan kaplamalar.
- Mamul halde olmayan sac, şerit, tel ve yaylara yapılan kaplamalar.
- Koruma ya da dekoratif amaçlar dışında kalan kaplamalar. [22]

3.17.5.4. Belirli kaplama yüzeyi

Belirli kaplama yüzeyi parçanın kaplama ile örtülerek görünüş ve kullanıma esas olan yüzeyidir. Kaplanmış parçanın belirli kaplama yüzeyi içinde kabarcık, karıncalanma, dalgalanma, çatlak veya kaplanmamış bölge gibi çıplak gözle görülebilen kusurlar bulunmamalı. Yüzey lekeli veya bozuk renkli olmamalıdır. Belirli kaplama yüzeyi dışında kalan alandaki kabul edilebilir, kabarcıkların sayısı önceden saptana değere uygun olmalıdır. Parçaların birbirine değmesi kaçınılmaz olduğu hallerde, değme yeri önceden belirlenmelidir. Parça temiz ve zedelenmemiş olmalıdır. Alternatif olarak kontrol edilen (asıl parçaların kontrolünün mümkün olmadığı durumlarda) numunenin özellikleri ve kaplama şartları asıl parçanın kaplama şartlarına uygun olmalıdır. [22]

3.17.6. Isı işlemleri

Çalışma koşullarında yorulma veya askı yükünün etkisi altında kalan ve aşırı soğuk biçimlendirilmiş veya çekme dayanımı $1000 \text{ MN} / \text{m}^2$ ($100 \text{ kgf} / \text{mm}^2$) 'den yüksek olan çeliklerden yapılan parçalar, kaplandıktan sonra ısı işleminden geçirilmelidir.

Yüzeyi sertleştirilmiş bazı parçalarda olduğu gibi, ısı işlemi için ön görülen sıcaklığın zararlı olacağı hallerde, parçanın daha düşük sıcaklıkta ve daha uzun süre bekletilmesi gerekebilir.

Tablo 3.4: Kaplanmış çelik parçaları için ısı işlem kılavuzu [22]

Çekme Dayanımı MN / m^2 (kgf / mm^2)	Parçanın En Büyük Kesit Kalınlığı (mm)	190 – 210°C 'da En az süre (saat)
1000 – 1150 (100 – 115)	12 den az	2
	12 – 25	4
	25 den çok	8
1150 – 1400 den az (115 – 140)	12 den az	4
	12 – 25	12
	25 – 40	24 Kaplama izleyen 16 saat içinde, ısı işlemine başlanır.
	40 dan çok	Deneylerle saptanır.

3.17.7. Süneklik kontrolü

Bu kontrol nikel kaplamalar için yapılır. Aşağıda açıklanan metotla 150 mm uzunluğunda, 10 mm genişliğinde ve 1 mm kalınlığında kaplanmış demir parçası hazırlanır. Kenarlardan en az 25 mm 'lik parçalar çıkarıldıktan sonra deney parçası deney parçası için yeteri kadar genişlik ve uzunluktaki bir çelik sac parçası parlatılır. Bu sacın bir yüzeyi kaplanacak malzeme için kullanılacak banyoda aynı koşullarda

25 ∞ m kalınlıkta nikel ile kaplanır. Deney parçası kaplanmış sacdan giyotin makasla kesilip çıkarılır. Deney parçasının uzun kenarları kaplanmış yüzey tarafından dikkatlice eğlenerek veya taşlanarak yuvarlatılır.

Deney parçası, kaplanmış yüzeyi çekmeye çalışacak şekilde çapı 11,5 mm olan bir merdane etrafında 180° (iki ucu paralel oluncaya kadar sürekli bir basınçla) bükülür. Bükme sırasında merdane ile deney parçasının birbirine değmesi sağlanmalıdır.

Değerlendirme: Bükülen dış yüzey üzerinde, deneyden sonra karşıdan karşıya geçen çatlaklar görülmediğinde kaplamanın en az %8 uzamayı sağladığı kabul edilir. Köşelerdeki küçük çatlakların önemi yoktur. [22]

3.17.8. Krom kalınlığının (Coulometrik metot ile) tayini

Coulometrik metot belirli bir alan üzerindeki elektrolit kaplamanın anodik olarak çözünmesi için gerekli elektrik enerjisi miktarının ölçmesine dayanır.

Kalınlığın ölçüleceği alan, yüzeydeki yağ ve kirin temizlenmesi için organik bir çözücü ile temizlenir. Deney reaktifi ortafosforik asit çözeltisidir (yoğunluğu 1,75 gr/cm³ olan 66 ml ortafosforik asit damıtık su ile 1 litreye seyreltilir).

Halka biçiminde katotla birleşen ve esnek, sızdırmaz contalı bir elektrolitik hücre deney çözeltisinin etkileyeceği kaplamanın belirli bir dairesel alanı üzerine yerleştirilir. Elektrolitik hücreye deney çözeltisi konulur. Kaplama ve cihaz uygun olduğunda bir karıştırıcı kullanılır. Anodik numuneye elektrik bağlantısı yapılır. Krom kaplama tümüyle çözününceye kadar elektroliz sürdürülür. Çözünmenin tamamlandığı, anot voltajında birdenbire oluşan değişim ile anlaşılır. Deney süresince harcanan elektrik enerjisi miktarı yazılır. Numune kontrol edilerek, hücrenin üzerinde bulunduğu alandaki krom kaplamanın tümüyle temizlenmiş olup olmadığı belirlenir.

Krom kaplama kalınlığı akım veriminin %100 olduğu kabul edilerek aşağıda verilen formül ile hesaplanır.

Q : Harcanan elektrik enerjisi miktarı (amper, saniye)

A : Deney alanı (cm²) [22]

3.17.9 Krom kaplamalarda çatlak ve gözeneklerin tayini

3.17.9.1. Gözle muayene

Optik mikroskopta yansıyan bir ışıkla x 100 büyütme ile yüzeydeki çatlaklar muayene edilir. Çok ince çatlak dağılımlarının doğru sayılabilmesi için, daha yüksek bir büyütme kullanılabilir. Çatlakların sayıldığı doğrultu üzerindeki aralığı belirtmek için mikrometre bölüntülü göz merceği veya buna benzer bir düzen kullanılır. Optik ölçmede kullanılan büyütme göre en az kırk çatlağın sayılabileceği ölçülmüş bir uzunluk alınır. [22]

3.17.9.2. Bakır birikim metodu ile

Bakırın, düşük voltajda, sülfürik asit çözeltisinde elektroliz ile birikimi, yalnız alttaki nikel kaplamanın ortaya çıktığı çatlaklar ve diğer devamsızlıklarda oluşur.

Bu metot, çatlak ve gözeneklerin, düzenli olup olmadığını hızlı olarak gözle muayene edilmesini sağlar. Ancak çatlak gözeneklerin sayılması istenildiğinde optik metot kullanılmalıdır.

Kaplama tamamlandıktan hemen sonra deney uygulandığında en iyi sonuç alınır. Her hangi bir gecikme olduğunda elektrolitik işlemin uygulanmasından kaçınılarak numune yüzeyi kimyasal olarak iyice yağlardan temizlenir. Ortalama akım şiddeti 30 amp / m² ile 200 gr / lt kristal bakır sülfat ve 20 gr / lt sülfürik asit bulunan bir banyoda bakır kaplanır. Daldırma süresi oda sıcaklığında yaklaşık olarak bir dakikadır.

Krom kaplama yapıldıktan sonra deneyin yapılması istenildiğinde, çatlak dağılımının iyice görülebilmesini sağlamak için bakır kaplamadan önce numune 10–20 gr/lt nitrik asit çözeltisi içinde 90°C sıcaklıkta 4 dakika süre ile bekletilir. [22]

3.17.9.3. Eğe ve su verme ile yapışma kontrolü

Parça, kaplanmış kısımdan eğe ile kesilir, mengeneye bağlanarak, köşedeki kaplama kırılmaya çalışılır. Eğeleme bazı metalden Kaplamaya doğru, kaplanmış yüzeye yaklaşık olarak 45°C 'lik bir açıyla yapılır.

Kaplanmış parça 300°C ± 10°C 'de bir fırın içinde bir saat süre ile tavllanır. Sonra parça oda sıcaklığındaki su içine daldırılır ve kaplama kontrol edilir. Burada deneyden geçirilen parçanın mekanik özelliklerinin etkilenebileceği dikkate alınmalı ona göre işlem yapılmalıdır. [22]

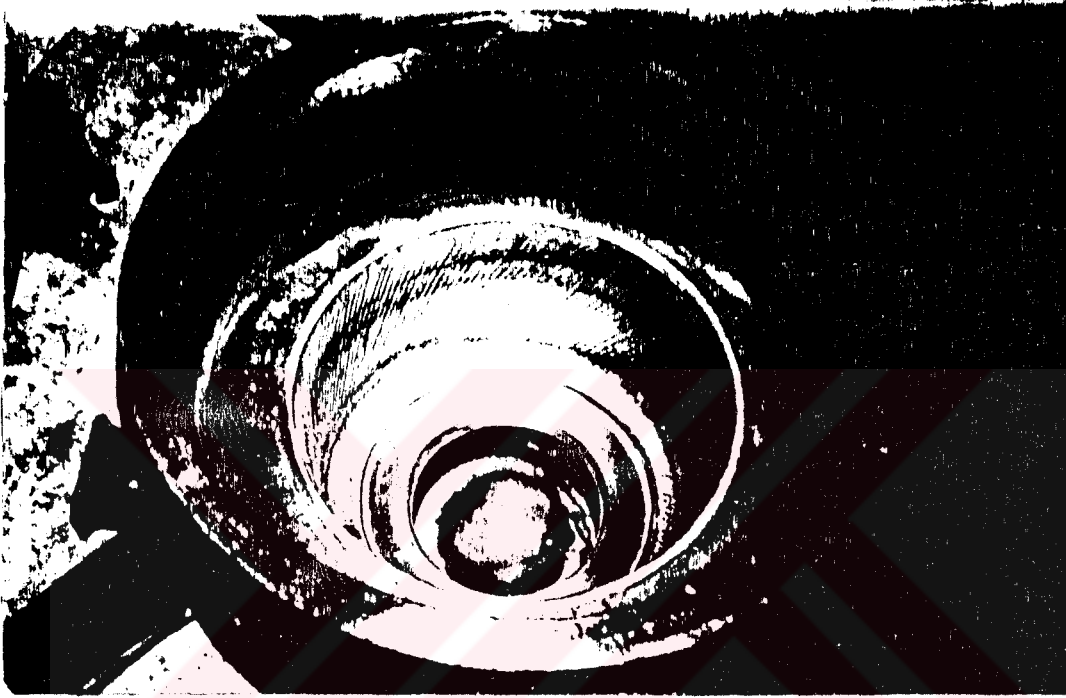
3.17.9.4. Hızlandırılmış korozyon kontrolü

Her numune, kaplamada bulunan baz metalin korozyonunun nedeni olan çatlaklar ve lekeler yönünden muayene edilir. Alanı 2,5 mm² den daha büyük bir çatlak veya leke bulunan numunenin bu standarda uygun olmadığı kabul edilir. Numunelere uygulanan hızlandırılmış korozyon deneyleri sonuçları TSE 1541 'e göre değerlendirilir.

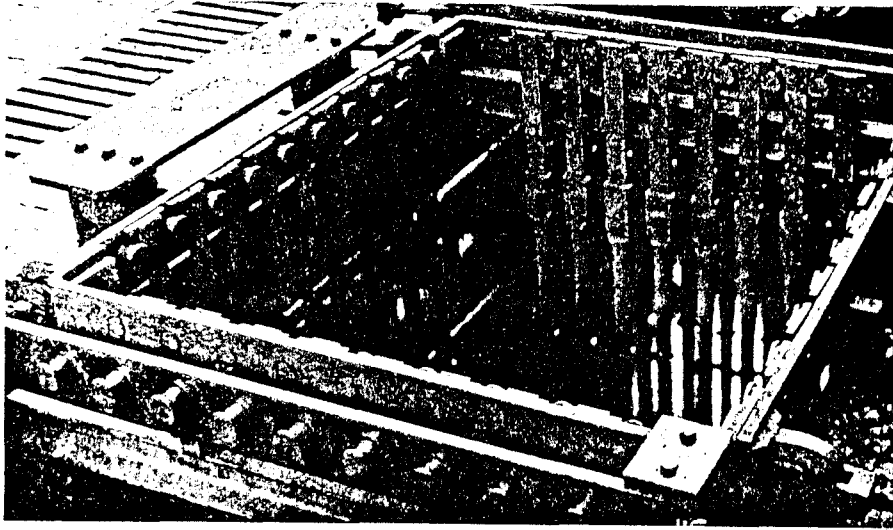
Değerlendirme sayısı 8 'den daha az ise numunenin bu standarda uygun olmadığı kabul edilir.

Belirli kaplama yüzeyi 5 dm² den daha büyük olan bir numunenin deneyi yapıldığında ek olarak en çok sayıda korozyon lekeleri bulunan 50 x 50 mm² lik bir alan seçilir. Bu alanda korozyon lekeleri bulunan 5 mm² lik alanların miktarı (n) bulunur.

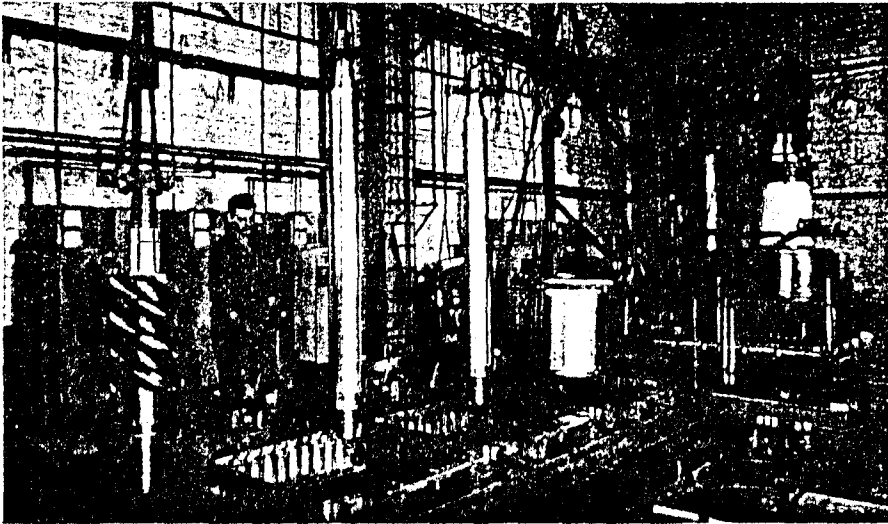
(n) 20 veya daha çok olduğunda numunenin bu standarda uygun olmadığı kabul edilir. [22]



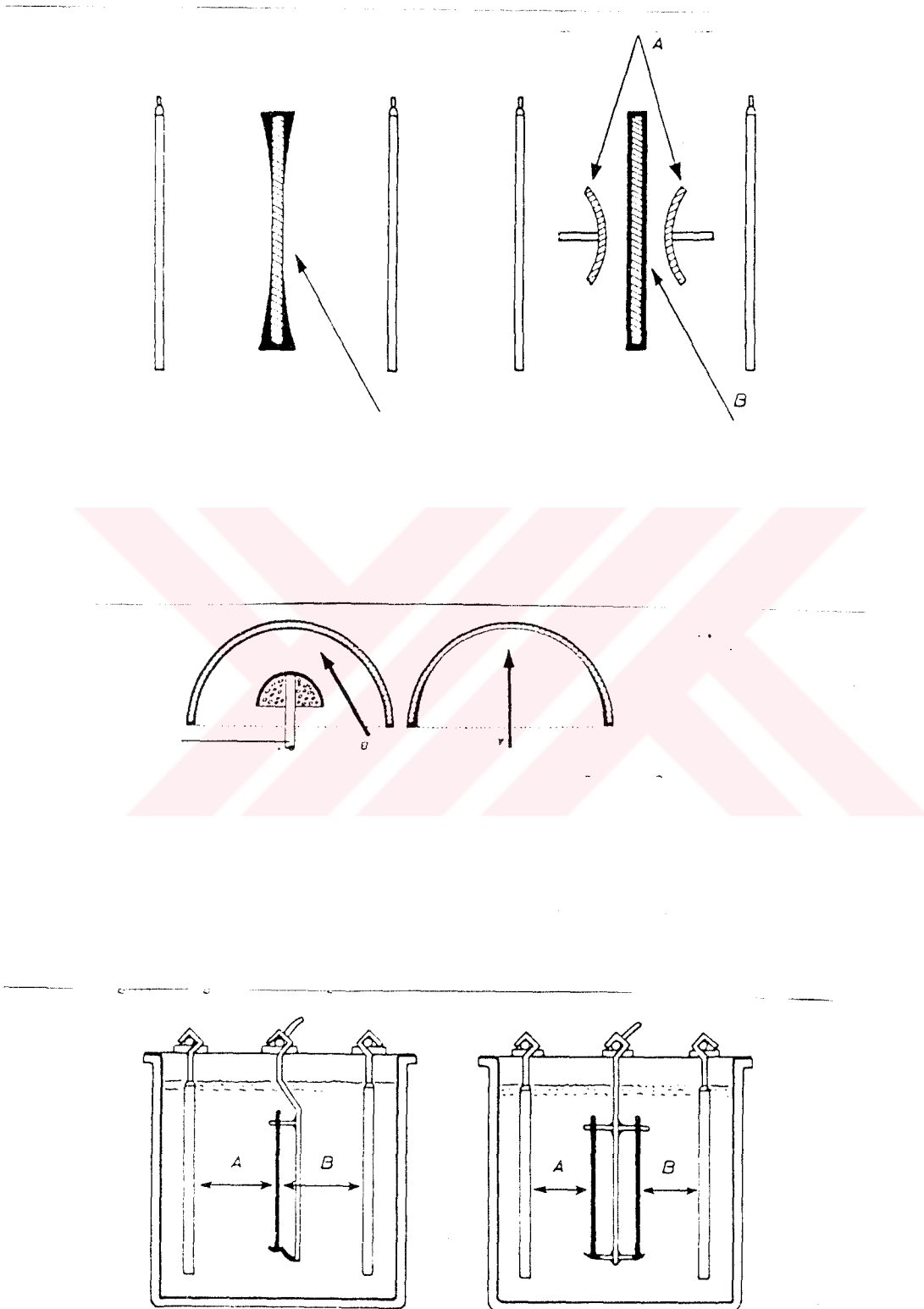
Şekil 3.8: Lastik kalıbında sert krom uygulaması



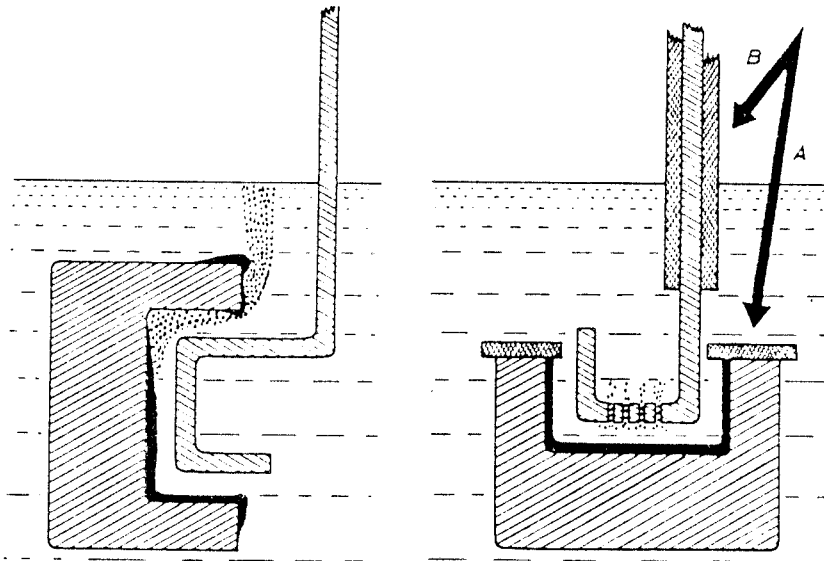
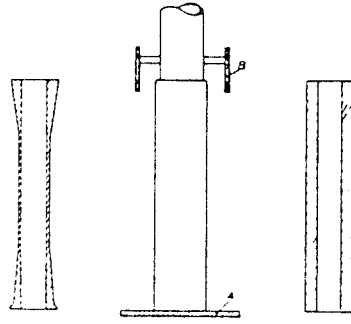
Şekil 3.9: Sert krom banyosunda anotların dizaynı [23]



Şekil 3.10: Sert krom banyosundan kaplanan parçaların çıkarılması [23]



Şekil 3.11: Sert krom banyolarında anot dizaynı [23]



Şekil 3.12: Sert krom banyosunda askılama tekniği [23]

BÖLÜM 4. ÇİNKO KAPLAMA

Kimyasal formülü; “Zn”, atom ağırlığı; 63, 38, birleşme değeri; 2, özgül ağırlığı; 7,14 gr / cm², kaynama noktası;419,4°C olup elektro kimyasal eş değeri; “Ae” = 1,2195 gr / Ah. dır. Sertliği 40 ile 50 VH. Kg / mm²

Elektrolitik çinko kesildiği an gümüşü beyaz renktedir. Gümüş gibi yumuşak ve bükülendir. Polisaj yapılırken sıvazlanır.

Çinko kaplanması; ALKALİ ve ASİTLİ elektrolitlerle sağlanır, sıcak daldırma yoluyla da kalın bir koruyucu çinko tabaka elde etmek mümkündür. Ayrıca toz çinko püskürtmek yoluyla da koruyucu bir tabaka elde etmek mümkündür.

Atmosferin tesiri ile üst tabakalarda, karbonat ve sülfatlar meydana gelir, bu bir tabak halindedir, kazıma olmadığı müddetçe geçmez ve reaksiyon devam etmez. Çinko, demir ve çeliğe nazaran elektro kimyasal özelliği bakımından onları korozyona karşı koruyan iyi bir elementtir. Demir ve çeliğin üzerindeki bir çinko tabaksı onları paslanmaya karşı koruyan bir tabaka oluşturur.

Çinko kaplama kalınlığı da diğer elementler gibidir. Normal bir çinko kaplama kalınlığı;0,006 ile 0,012 mm (6 – 12 mikron) paslanmaya karşı kafi gelmektedir. Kuvvetli atmosferik veya endüstriyel havalarda (örneğin :asitli, gazlı vs. ortamda). Bu kalınlıklar; 0,024 ile 0,048 mm. (24 ile 48 mikron) kalınlığa çıkartılabilir.

Çelik üzerine standart bir çinko kaplamak için aşağıdaki tabloyu inceleyebiliriz. [27]

Tablo 4.1: Elektroliz yolu ile çelik üzerindeki çinko tabakası

Sembolü	Kaplam kalınlığı mikron (1 mikron: 0,001 mm)	Yüzeyde m ² kap.mik.	Test İnce yağmur gibi püskürtülen eriyik: %3 Nacl saat
Zn 48 / Fe	48	342	192
Zn 36 / Fe	36	257	144
Zn 24 / Fe	24	171	96
Zn 12 / Fe	12	86	48
Zn 6 / Fe	6	43	24
Zn 3 / Fe	3	21	12

Sembol Bölümü: demir (Fe) üzerine 48 mikron çinko. "Zn" kaplanacak. Son bölümde yapılan test ve dayanıklılık zaman sembolü.

Elektroliz yolu ile çinko kaplama şu bölümlerde incelenecektir.

- Asitli Matt Çinko Banyosu; sülfat ve klorlu.
- Zayıf alkali Matt çinko banyosu; siyanürlü.
- Alkali parlak çinko banyosu; siyanürlü.

Demiri oksitlenmeye karşı koruyabilmek için bu üç banyodan birini kullanabiliriz. Asitli banyolarda; daha ziyade kuvvetli kaplama istemesi halinde kullanılmaktadır. Kuvvetli akımda kaplama kırılabilir ve tabaka kalkar veya kaplamada kabarcıklar meydana gelir. Siyanürlü Matt çinko banyosunda profillerin ön çinko kaplamasında kullanılır ve sonra asitli çinko banyosunda da kalınlaşır. Parlak kaplama istendiğinde, parlak çinko banyosu kullanılır.

0,02 mm kalınlığına kadar hidrojen kabarma ve çatlamasından zarar görmeksizin çalışılabilir. Çinko kaplamada alüminyum, çinko ile halita yapan (bakır, kurşun , kaadminyum, cıva, kalay gibi) elementlerden elektrolite yabancı maddeler karışır. Bu elementlerden cıvada bu yolla elektrolite girer. Cıvanın elektrolitte bollaşması, kaplamanın matt olmasına sebep olur.

4.1. Siyanürlü Alkali Çinko Banyosu

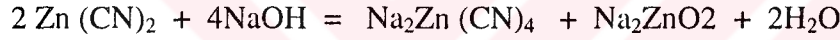
Alkali Çinko banyolarında en önemli tuzlar; Çinko, siyanür, $Zn(CN)_2$ sodyum siyanür, NaCN ve sodyum hidroksittir, NaOH saf bir alkali Çinko banyosu tuz katmaksızın, esmerimsi ve süngerimsi bir kaplama yapar. O halde iyi bir siyanürlü banyoda, sodyum siyanür gerekir ve elektrolitte kompleks tuzu oluşturur.

Örneğin:



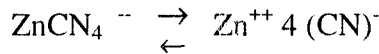
Çinkosiyaniür + Sodyumsiyaniür = Sodyumçinkosiyaniür

Bu reaksiyonda, sodyum çinkosiyaniür kompleks tuzu meydana gelir. Sodyum hidroksit ise:

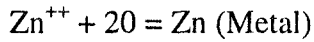


Çinkosiyaniür + Sodyumhidroksit = Sodyumçinkosiyaniür + sodyumçinkooksit + Su

Siyanürlü çözelti içinde, çinko; $Zn(CN)_4^{2-}$ anyonu olarak bulunur. Ancak, elektrokimyasal bakımdan, çinko ve siyanür aynı değerdedir.



ve çinko katyonu (Zn^{2+}), katoda giderek:



Çinko katyonu iki katyon ve çinko metali oluşur.

Ve çinko katyonu iki adet elektron olarak çinko metal haline dönüşür.

Siyanürlü çinko banyoları, asitli banyolara nazaran az bir fark gösterir.

Örneğin: derinlemesine nüfus eden bir dokuya sahiptir, yüzeyde de parlak bir satır oluşturur.

4.2. Siyanürlü Çinko Banyolarında: Esas Tuz ve Yardımcı Tuzlar

Sodyum hidroksit (NaOH): Siyanürlü çinko banyosuna sodyum hidroksit ilave edildiğinde, reaksiyon da çinkooksit teşekkül eder bu da katot akım reaksiyonunu kolaylaştırır. Kaplama gücünü artırır.

Sodyumhidroksidin noksanlığı, kaplamada; esmerimsi bir yüzey meydana getirir ve anot direncini yükseltir. Banyoda sodyum hidroksit fazlada olunca, kaplama kalın kristalli ve kenarlarda da yanma (Kırmızı – kahverengi) olur.

Sodyum hidroksidin yüksek oranda katılması, anotta eşit olmayan ölçmeler ve kuvvetli elektrolit oluşturur.

4.2.1. Sodyum karbonat (Na_2CO_3)

Siyanürlü çinko banyolarında, yavaş yavaş anotta oluşan bir tuzdur. Bu durum tüm siyanürlü banyolarda mevcuttur. Elektrolitteki miktarı %70 gr/lt 'yi geçerse banyo için zararlıdır.

Yüksek oranda karbonatın oluşması bilhassa kış aylarında, anotta ve banyo kenarlarında kristalleşmeler meydana gelir. Tabii ki bu kristallerin devamlı temizlenmesi icap eder.

4.2.2. Sodyum sülfid (Na_2S) (Zırnık)

Yabancı maddelere karşı hassas olan parlak çinko banyolarında kaplama, bilhassa yabancı maddelerden dolayı; koyu kahve rengi ve esmer çıkmasına sebep olur örneğin bu maddeler: Kurşun, Kadmiyum, Kalay veya gümüştür. Bunların tesirini yok etmek için, banyoya katılmak üzere, Suya 0,5 ile 1 gram/lt sodyum sülfid konur, karıştırılır ve elektrolite karıştırılarak ilave olunur.

4.2.3. Toz çinko

Eğer temizlenecek siyanürlü bakır banyosunda elektrolitte bakır kiri varsa banyoya çinko tozu elektrolitin üzerine serpilerek karıştırılır ve bu arada elektrolit filtre edilir.

Potasyum cıvasiyanür, $K_2 Hg (CN)_4$: Potasyum cıva siyanür, alkali banyoda matt çalışmada, çok iyi bir derinlemesine tesir eden ve kuvvetli beyaz bir ince kaplama meydana getirir.[27]

4.3. Parlaklık Maddeleri

Parlaklık çinko banyolarında, organik ve anorganik maddeler kullanılır. Örneğin: Malipten, Wolfram tuzları veya organik parlaklık maddeleri olarak da vanilya, kantaşı, sodyumnaftalintrisülfates, jelatin glikoz, kola ve zamk (kağıt yapıştırıcıda kullandığımız).

4.4. Siyanürlü Çinko Banyolarında Banyo Kabı Ve Kullanılan Tuzlar

Siyanürlü çinko banyosu için banyo küveti olarak kaynaklı çelik banyolar veya umumi kullanılan; sert kauçuk veya siyanürlü banyolara dayanıklı polyester veya P.C.V. den olabilir.

4.4.1. Banyoların tuzları

2/3 'lük bir banyoda (küvetin içi aynı malzeme ile kaplı) 40 ile 50°C sıcak suda elektrolit hazırlanır. Evvela sodyum hidroksit, sonra sodyum siyanür ve çinko siyanür sırayla konur ve karıştırılır.

Hepsi karıştırılıp elektrolit hazırlandıktan sonra, Ju 1/1 e tamamlanır ve 24 saat bekletilir. Müddet bitince elektrolit filtre edilir. Elektrolit açık sarı ve berrak olur.

4.5. Siyanürlü Çinko Banyolarında Anot

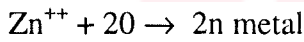
Mat çinko banyolarında umumi anot kullanılır. Fakat parlak çinko banyolarında muhakkak elektrolitik çinko kullanılmalıdır ve içinde de yabancı madde olarak da %0,006 Kurşun, %0,003 Kadmiyum, %0,003 Demir bulunabilir. Bunların fazlası ve bakırın bulunması, kaplamanın esmer ve mat olmasına sebep olur. Anotların bir kısmının döküm anot ve bir kısmının da hadde anodu olması lazımdır.

4.6. Asitli Çinko Banyosu

Mat çalışan asitli çinko banyosunda önemli tuzlar: Çinkosülfat ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$), veya Çinkoklorür ($ZnCl_2$), veya karışık çinko sülfat ve çinkoklorür gibi. Bunlar baş, tuz ve uyarıcı tuzlardır. Nasıl ki; Alurik asit H_3BO_3 ve cıva klorür $HgCl_2$ gibi çok iyi derinlemesine nüfus eder ve ince tanelidir.

4.7. Katottaki Reaksiyon

Katotta tüm hafif metaller katyonlarını: (Zn^{++} , H^+ , Na^+ , Al^{+++}) verir. (PH) 'ın 4,3 ve 4,6 olmasında, katotta yalnız çinko katyonu elektron alır.



Çinko katyonu alır 2 elektron ve çinko metali açığa çıkar. Bu reaksiyonda akım randımanı da: %97 ile %99 'dur. Asitli çinko kaplamada yüzey, hidrojen den dolayı çok az serttir. Ve yüksek bükülmelerde çok az ehemmiyetsiz derecede çatlamlar görülebilir. Bunun için: hareketli yataklar, amortisörler ve helozon yaylar bu banyolarda çinko kaplanabilirler. Halbuki, siyanürlü banyolarda kaplama; çabuk çatlaman ve kolay kırılan bir özellik taşır. Profillerin önce siyanürlü banyoda kaplanması ve derinlemesine nüfus etmesi sağlanır. Sonrada asitli banyoda kaplama kalınlaştırılır.

Çinko banyosunda çalışmayı sağlayan baz ve yardımcı tuzlar:

SODYUM SÜLFAT: $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

AMONYUM KLORÜR: $\text{NH}_4 \text{cl}$

ALÜMİNYUM SÜLFAT: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Asitli çinko banyolarında bu sülfatlı ve klorlu tuzlar; reaksiyonunun kolaylığını ve çinko taneciklerinin küçülmesini sağlayan tuzlardır.

Baş tuzlar, çift tuz halinde reaksiyona girerler ve kaplanan yüzeyde derinlemesine tesiri sağlar.

Alüminyum tuzu, rengi açıklar ve kaplamada ince taneciklerin meydana gelmesini sağlar ve kaplamada (1) kolloid rol oynar.

Cıva klorür: Hgcl_2 , çinko banyolarında Yüzeyde derinlemesine tesirde ve koruyucu güçte çinko kaplamasını bilhassa döküm parçalarda çok iyi sağlar.

Sülfürik asit: H_2SO_4 , çinko sülfatlı banyolarda, (PH) 'ın 4,3 ile 4,6 arasında çalışması zorunludur.

Banyoda zayıf asitlik yani; (Ph) yüksek olması, kaplamanın bulanık matt, koyu matt ve hatta balçıklı olmasına sebep olur.

Asitin yüksek olması ise, yani (Ph) 'ın düşüklüğü; anot reaksiyonunu ve derinlemesine tesiri azaltır.

Bunların düzeltilmesi, banyoya doğru miktarda asit ilavesi ile sağlanır.

Banyoya asit, 1/10 oranında sulandırılarak elektrolite banyo çalışmazken ve banyo karıştırılarak az az dökülür. Aksi halde elektrolitte ısınma olur. Banyoya asit ilavesi ile elektrolitte çinko sülfat fazlaşır. Bunun için banyoya 0,1 ile 0,5% olarak çinko ilave edilmelidir.

4.8. Asitli Çinko Banyosunda, Akım Yoğunluğu, Elektrokimyasal Eşdeğer "Ae" ve Kaplama Kalınlığı

Asitli çinko banyosunda akım yoğunluğu, %97 ile %99 'dur. Teorik olarak, iki değerli çinko için (Zn^{++}) $Ae = 1,219 \text{ gr/Ah}$ alınabilir.

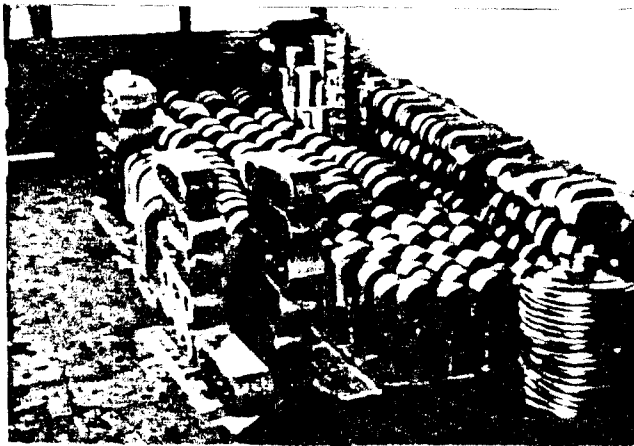
4.9. Asitli Çinko Kaplamada, Banyo Kazanı ve İlaveler

Asitli çinko banyoları için, kazanların; demir konstrüksiyondan yapılarak işlerinin sert kauçuk, P.V.C., veya kurşunla kaplanması iyi sonuç verir. Elektrolit, yine aynı izolasyonlu ekonomi banyosunda, sıcak saf su ile verilen örnek elektrolitteki sıraya uyarak eritilir. Erime tam olarak sağlandıktan sonra, eriyik 24 saat bekletilir. 24 saat sonra eriyik aside dayanıklı (veya kendisine ait) filtre pompası ile filtre edilir. Gereken takviye sıcak su ilave edildikten sonra, esas kaplama kazanına filtre edilir.

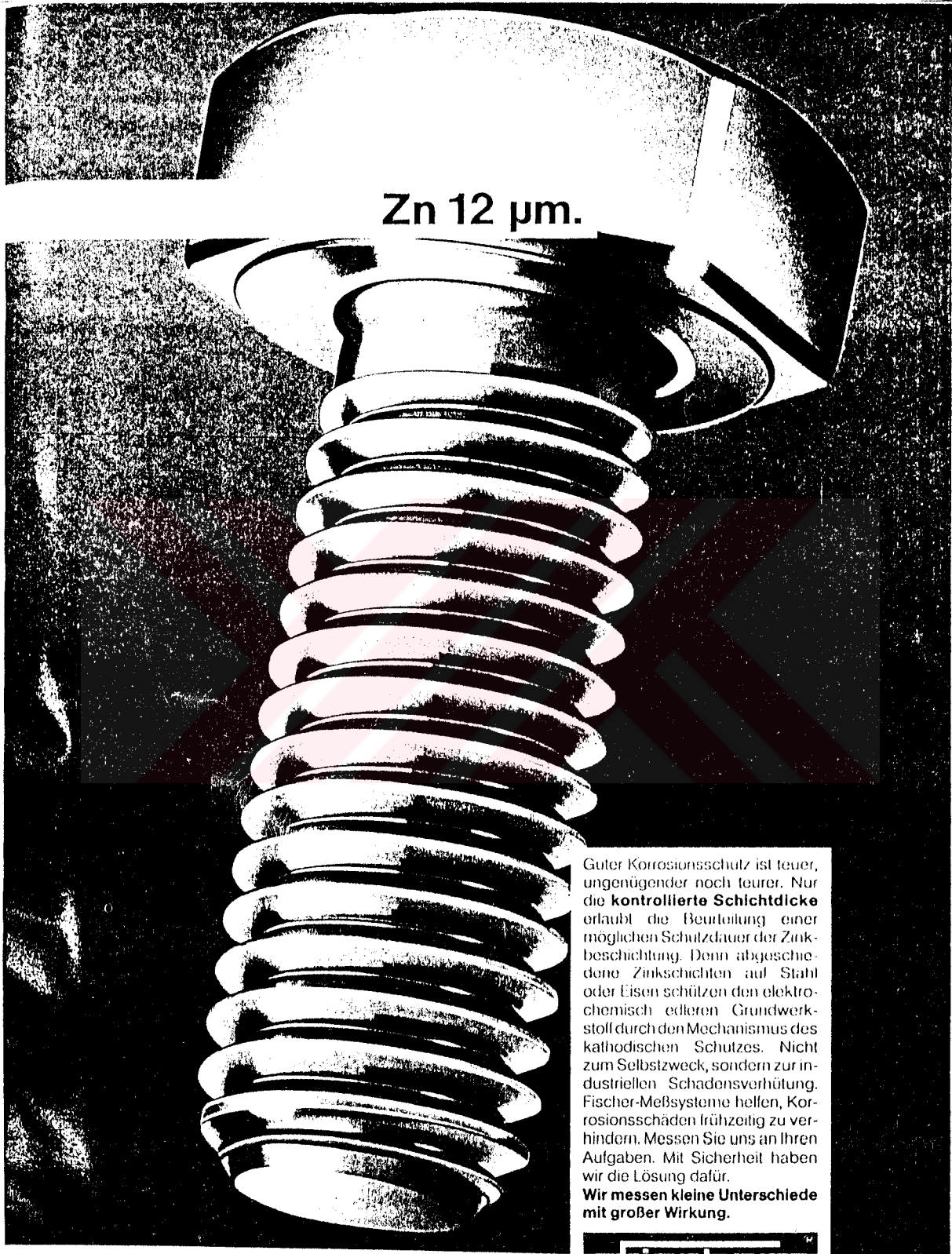
4.10. Çinko Banyosunda Anot

Asitli çinko banyolarında haddeden çekilmiş; 3 ile 8 mm kalınlıkta çinko levhalar kullanılır. İçinde: %0,5 cıva (Hg) ve %0,3 Alüminyum (Al) bulunan anotlar iyi netice verir. Çabuk kaplamalarda, yumuşak levha veya döküm levha anot kullanılır.

Anot yüzeyi daima, kaplanacak parça yüzeyinden büyük olması gerekir. Anotlar asıldıktan sonra, tabandan en aşağı 10 cm yüksekte kalması tavsiye olunur. Anotlar, anot askıları ile anot torbaları ile asılmalıdır.[27]

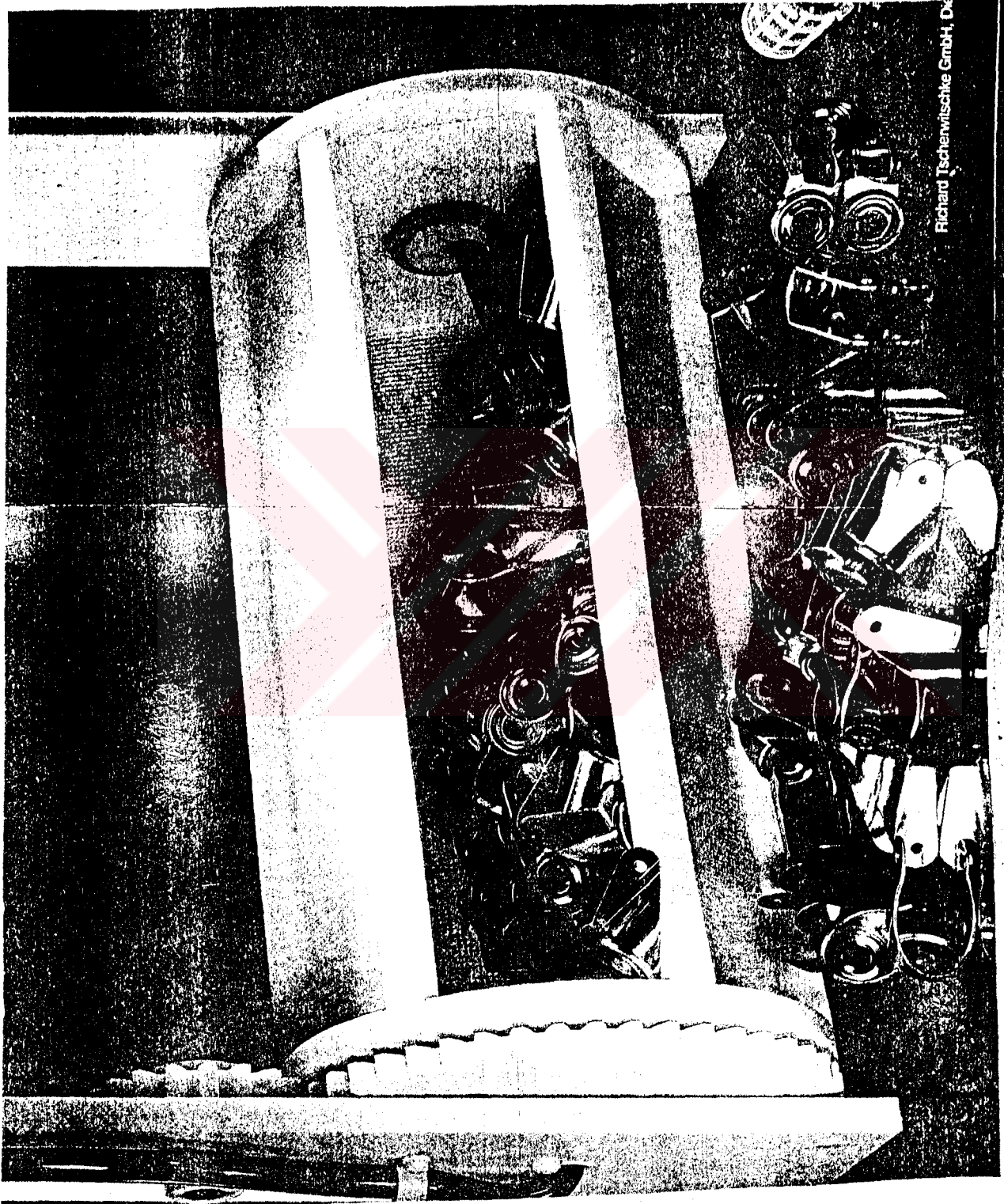


Şekil 4.1: Çinko kaplanmış makina ekipmanları

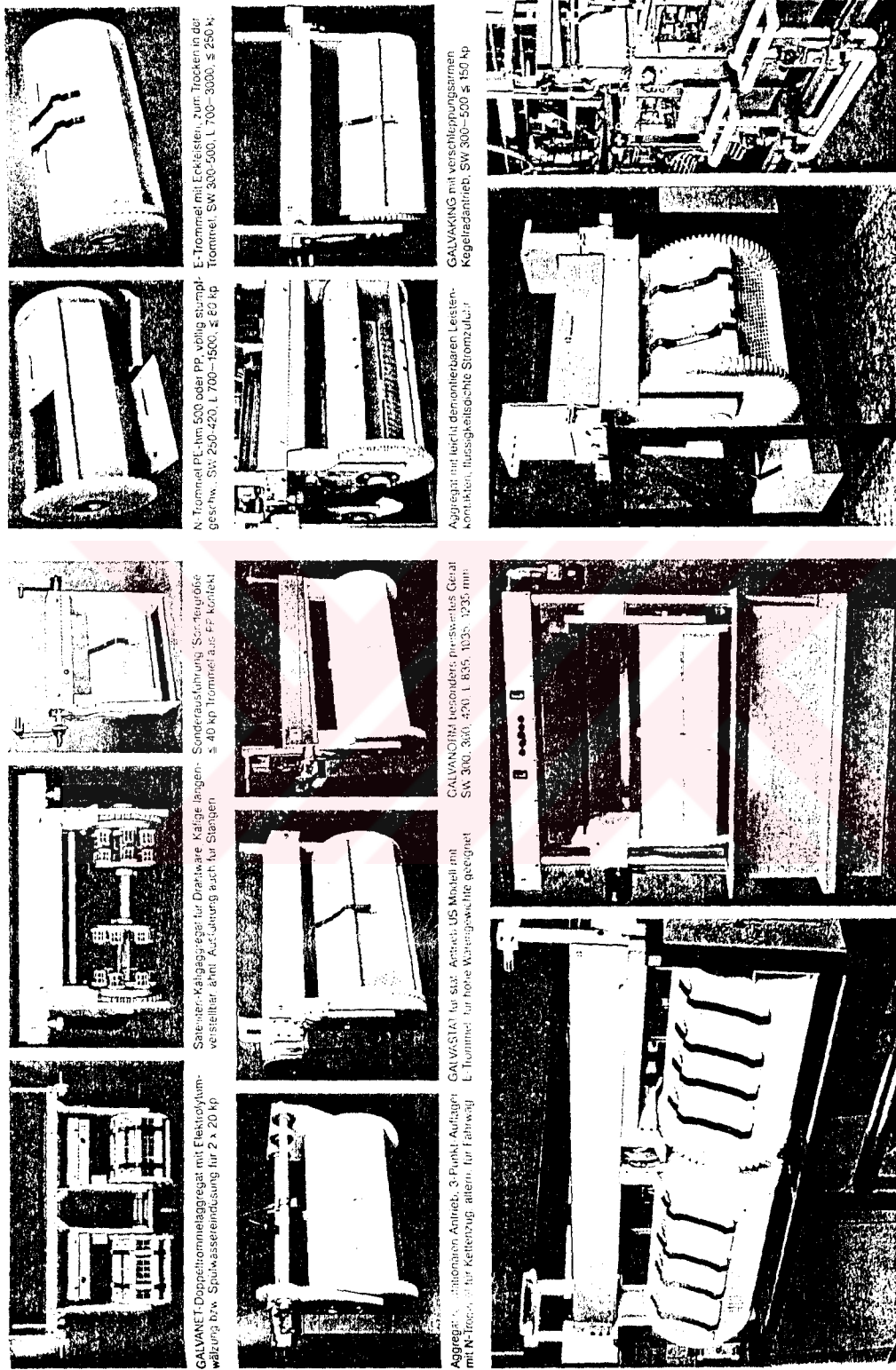


Guter Korrosionsschutz ist teuer, ungenügender noch teurer. Nur die **kontrollierte Schichtdicke** erlaubt die Beurteilung einer möglichen Schutzdauer der Zinkbeschichtung. Denn abgeschiedene Zinkschichten auf Stahl oder Eisen schützen den elektrochemisch edleren Grundwerkstoff durch den Mechanismus des kathodischen Schutzes. Nicht zum Selbstzweck, sondern zur industriellen Schadensverhütung. Fischer-Meßsysteme helfen, Korrosionsschäden frühzeitig zu verhindern. Messen Sie uns an Ihren Aufgaben. Mit Sicherheit haben wir die Lösung dafür. **Wir messen kleine Unterschiede mit großer Wirkung.**

Şekil 4.2: 12 µ çinko kaplanmış civata [10]



Şekil 4.3: Trommel sistemde çinko kaplanmış parçalar [10]



Şekil 4.4: Trommel sistemleri [10]

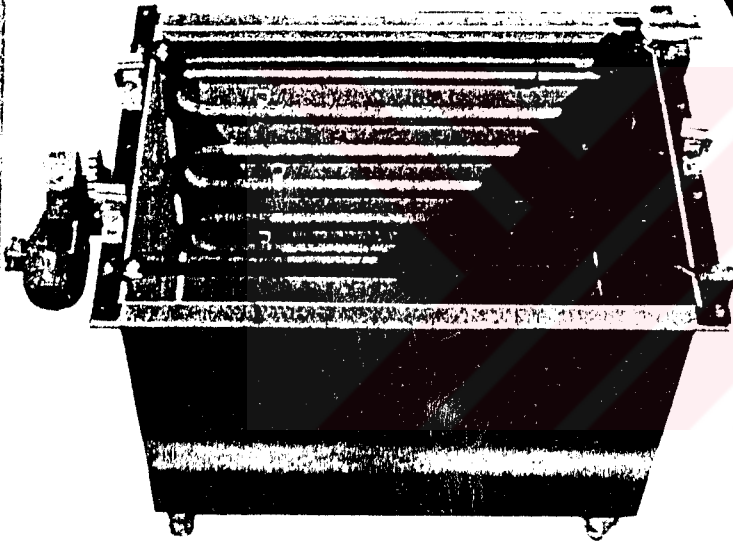
Tablo 4.2: Kaplama özellikleri için uygun tekne yapısı

İşlem	Çelik Saç	Paşlanmaz Çelik Saç	Lastik Kaplı Çelik	Kurşun Kaplı Çelik	Sert Plastik	Polyester Fiberglas	Microsol Kaplı Çelik Saç
Altın (asit)	-	-	-	-	Uygun	-	Uygun
Altın (alkali)	-	- +	-	-	Uygun	- +	Uygun
Bakır (asit)	-	-	Uygun	- +	Uygun	- +	Uygun
Bakır (alkali)	Uygun	-	-	-	-	-	Uygun
Çinko (asit)	-	-	Uygun	-	Uygun	- +	Uygun
Çinko (alkali)	Uygun	-	- +	-	- +	-	Uygun
Eloksal (asit)	Uygun	-	-	-	-	-	Uygun
Eloksal (alkali)	-	-	- +	Uygun	- +	-	Uygun
Gümüş	-	-	Uygun	-	Uygun	-	Uygun
Kalay (asit)	-	-	Uygun	-	Uygun	- +	Uygun
Kalay (alkali)	Uygun	-	-	-	-	-	Uygun
Krom	-	-	-	Uygun	- +	-	Uygun
Kurşun (asitli)	-	-	Uygun	-	- +	-	Uygun
Pirinç	Uygun	- +	- +	-	Uygun	-	Uygun
Nikel	-	-	Uygun	-	Uygun	- +	Uygun

- + Kullanılabilir -Kullanılmaz

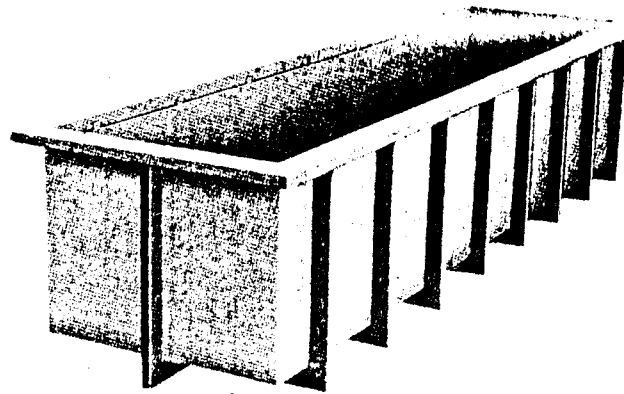
Seri: MLST

Miccrosol Kaplı Çelik Saç Tekne



Seri: PLST

POLIÜRETAN KAPLI ÇELİK SAÇ TEKNE



HER CİNS KOROZİF ÇÖZELTİ İÇİN TEKNELER DEPOLAR

AYRICA:
Cam elyaf takviyeli
plastik tekneler
sert lâstik kaplı
çelik saç tekneler

Şekil 4.5: Tekneler ve Depolar [2]

BÖLÜM 5. PİRİNÇ KAPLAMA

5.1. Gerekli Bilgiler

Pirinç bir: BAKIR – ÇİNKO alışıdır; %18 ile %30 çinko (Zn) ihtiva eden bu alaşımda, %18 'e kadar renk kırmızıdır. %30 'a kadar olan alaşımlarda da renk altın sarısından yeşil sarıya kadar değişir.

Elektrolit olarak “Siyanürlü elektrolit” kullanılır. Pirinç kaplamada, banyo sıcaklığı ve akım yoğunluğu kaplama rengine tesir eden bir unsurdur. Pirinç rengi: elektrolitteki yüksek çinko miktarı veya yüksek katot akımı kaplamada açık sarı rengi verir. Kırmızımsı renkte elektrolitteki bakır yüksekliğinden veya düşük katot akım yoğunluğundan elde edilir.

Elektrokimyasal eşdeğer “Ae” büyük bir sorundur. Ve anot alışıının (%) yüzdesine bağlıdır. Bunun için akım randımanında %50 ile 75 arasında değişir. Örneğin: 0,3 amp/dm² akım yoğunluğu da %73 olan ve kaplamada açık sarı olduğunda bir saat süren kaplamada, kaplama kalınlığı, 0,0046 mm 'dir.

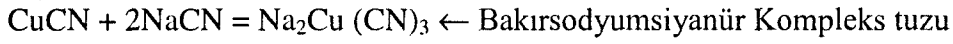
Elektro kimyasal eşdeğeri de $Ae = 1/3$ gr/Ah dir. %3 (Zn) alaşımlı anotla kaplama: Demir çeliğin kaplamadaki oksitlenmeye karşı gösterdiği direnci aynen bulunur. Demir, çelik, çinko, alüminyum ve alaşımlarının pirinç kaplaması iyi netice verir. Üzerlerinin laklonması da tavsiye olunur.

Oksitlenmeye meyilli olan tüm madenler, bakır yerine pirinç kaplandıktan sonra: Nikel, gümüş kaplanabilir.[27]

5.2. Siyanürlü Pirinç Banyosu

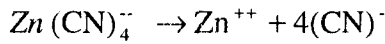
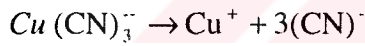
Siyanürlü pirinç banyosu elektrolitinde bulunan tuzlar: Bakırsiyanür (CuCN), çinkosiyanür " Zn (CN)_2 ", sodyumsiyanür (NaCN), sodyumhidrosülfid (NaHSO_3) ve sodyumkarbonat ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).

Elektrolitte, bakırsiyanür ve çinkosiyanür: Metal taşıyıcıdır, sodyum siyanürlü çözeltide bunlar kompleks tuzları meydana getirirler.



Bu iki reaksiyonda bakır sodyumsiyanür ve çinkosodyumsiyanür kompleks tuzları meydana gelmiştir.

Bu kompleks tuzlar: Sodyumsiyanürlü eriyikte,



Metaller anyon olarak eriyikte iyonlaşır. Aynı zamanda bakır, çinko anyonları katoda gelirler ve tuzdaki oranlarına göre örneğin: %75 - %80 Cu ve %20 - 25 Zn olarak ve elektron olarak metal durumuna geçerler ve kaplamayı sağlarlar.

Bu kaplamada: Bakır ve çinkonun elektrokimyasal eşdeğeri farklı olduğundan akım yoğunluğu büyük rol oynar. Çalışmada 0,3 ile 0,5 amp/dm² tam pirinç sarısı rengini verir. Küçük akım yoğunluğunda renk, bakır kırmızısı ve yüksek akım yoğunluğunda da sarısilimsi renk oluşmaktadır.

Siyanürlü pirinç banyolarında, bakır ve çinko tuzları oranı olarak 1/1 ve 4/1 oranında alınmalıdır.

5.3. Siyanürlü Pirinç Banyosunda: Elektro kimyasal Eşdeğer ve Kaplama Kalınlığı

Siyanürlü pirinç banyolarında, akım yoğunluğu aynen; siyanürlü banyoları gibidir. Akım yoğunluğu %50 ile %75 'tir. Bunun bir kısmı katottaki hidrojen için kullanılır, diğer kısmı da pirinç kaplama için kullanılır. Kalın pirinç kaplamalarda hidrojenden dolayı yüzeyde kabarcıklar teşekkül eder. Ve yaprak yaprak kalkar.

Bunun için pirinç kaplamada esas kaide, 0,3 ile 0,5 amp/dm² akım yoğunluğunda 30 ile 60 dakika kaplama yapmaktadır.

Pirinç banyolarında, iki metal ile kaplam yapıldığı için, pratik olarak kaplama açık sarı, akım yoğunluğu 0,3 amp/dm² bakır %80, çinko %20 ise ve kaplamayı 20°C yapıyorsak, bir saatte ki pirinç kalınlığı: 0,0046 mm. dir.

5.4. Siyanürlü Pirinç Banyosunda Baş Tuz ve İlave Maddeler

5.4.1. Sodyum siyanür NaCN

Serbest sodyumsiyanür, siyanürlü pirinç banyolarında gereklidir. Ayrıca ölçüde bakır ve çinkonun ayrılma potansiyelini ve yüzeyde lekesiz pirinç sarımsı rengi ve anottan kolayca metal iyonlarının çözeltiye geçmesini sağlar. Sodyum siyanür, katot akımını yüzeye gönderir, aynı zamanda, çinko iyonu çoğaldığından kaplama yeşilimsi renk alır. Banyoda serbest siyanür miktarı %80 ile %90 olmalıdır. Aksi halde banyoya metal katılmalıdır.

5.4.2. Sodyum Karbonat Na₂CO₃

Sodyum karbonat çözeltide; polarizasyonu önler ve "PH" kontrolünü kolaylaştırır. Elektrolite karbonat katıldığında; sodyum siyanür, gaz karbonik asit ile yer değiştirir.

Kaplamada karbonat; Kaplanan yüzeydeki pirinçte kabarcıkları ayırmaya muktedirdir. Elektrolitte maksimum, %80 ile 100 gr/lit Na_2CO_3 bulundurulabilir.

5.4.3. Amonyak NH_3

Elektrolite 0,2 ile 1.5 gr/lit " NH_3 " konduğunda pirinç kaplama rengine tesiri ve "PH" kontrolünü sağlar.

5.4.4. Sodyumhidrosülfid NaHSO_3

Sodyum hidrosülfid, elektrolitte, indirgemeyi ve yüzey parlaklığını sağlar. Banyoya 2 ile 3 gr/lit. konmalıdır. Ayrıca banyoda serbest alkaliliği körleştirilir.

5.5. Parlaklık Tuzu

Bütün pirinç manyolarında; arsentrioksit (As_2O_3) maksimum, 0,5 ile 1 gr her 100 litre için konduğunda parlak bir yüzey elde edilir. Ancak, arsentrioksidin elektrolite konmasında ayrıca bir hassasiyet gösterilmelidir.

Siyanürlü Pirinç Banyolarında Anot:

%80 elektrolitik bakır ve %20 'de çinko alaşımında döküm yapılarak pirinç anot elde edilir. Anot yüzeyi, kaplanacak parçadan büyük olması gereklidir. Banyo çalışmazken anotlar daima çıkartılmalıdır. Yapılan döküm anotlar: 1/20 'lik sülfürik asit çözeltisinde 12 ile 24 saat dağlanmalı sonrada konsantre Azotik asitte (HNO_3), birkaç saniye daldırılmalı ve akar suda yıkayıp, anot tutturucuları ile anot asılmalıdır.[27]

BÖLÜM 6. NİKEL KAPLAMA

6.1. Nikel Kaplama Teknikleri

Kimyasal sembolü , - Ni

Atom ağı. 58.71

Birleşme değeri – 1.2.3

Özgül ağı. 8.85 gr/cm³

Kaynama Noktası : 1455 °C

Metallerin oksitlenmesinden korunması için yüksek koruyucu özelliğe sahip olan Nikel ile kaplanarak metallerin kullanım süreleri uzatılabilir.

6.2. Sağlıklı Bir Nikel Kaplama

Malzeme önce iyi bir polisaj yapılarak bakır kaplanır. Sonra Nikel kaplanır. Daha sonra Krom kaplanır.

Atmosferik şartlarda çalışan parçalara 12 ∞ otomatik sektöründe ise 40 ∞ kalınlığında yapılmalıdır.

Nikel banyolarında çalışma sıcaklıkları 60°C ile 70 °C olmalıdır.

Nikel banyosunda yoğunluk 18-20 B'e



Şekil 6.1: Polisaj ekipmanları [10]

Tablo 6.1: Demir-Çelik üzerine nikel ve krom kaplama sonucu kalınlıkların görülmesi

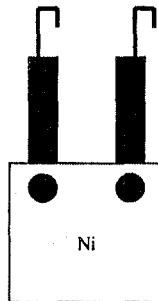
Sembolü				%3 Nacl Eriğine karşı dayanma (Saat)	Yüksek Seviyede Yüzeydekiler Her durum için Demiroksit Testi
	Cr	Nitcu Beraber Kalınlığı	Son Nikel Kalınlığı		
Nikel 12/F	0	12	6	48	10
Nikel 6/F	0	6	3	24	100
Nikel 3/F	0	3	2	(-)	(-)
Cr.Ni 48/F	0,3	48	12	192	0
Cr.Ni 36/F	0,3	36	12	144	1
Cr.Ni 24/F	0,3	24	12	96	5
Cr.Ni 12/F	0,3	12	6	60	10
Cr.Ni 6/F	0,3	6	3	3,6	100
Cr.Ni 3/F	0,3	3	2	(-)	(-)

6.3. Demir-Çelik Üzerine Nikel ve Krom Kaplama Sonucu kalınlıkların Görülmesi

6.3.1. Nikel banyolarında ANOD

Nikel Anotların da 3 esasa göre imal edilmekte:

- 1) Döküm anot : Kum döküm anotlarıdır. Gözeneklidir ve kalay çözünür.
- 2) Hadde Nikel anot' u : Kalın kristalli dokuya sahiptir ve elektrolitte kalay çözünmez.
- 3) Elektrolitik Anot : Elektroliz yolla elde edilir, çok saf ve temizdir. Az çözünür. İyi bir Anot' da Nikel yüzdesi : %99 ile %99.8 dir. Kalay %0.01 bulunabilir.



Nikel anot' un askılanması.

Nikel anotlar bez torbalara konularak asılır veya titan sepetlerle bağlanır.

6.3.2. Nikel banyolarında, banyo kazanı

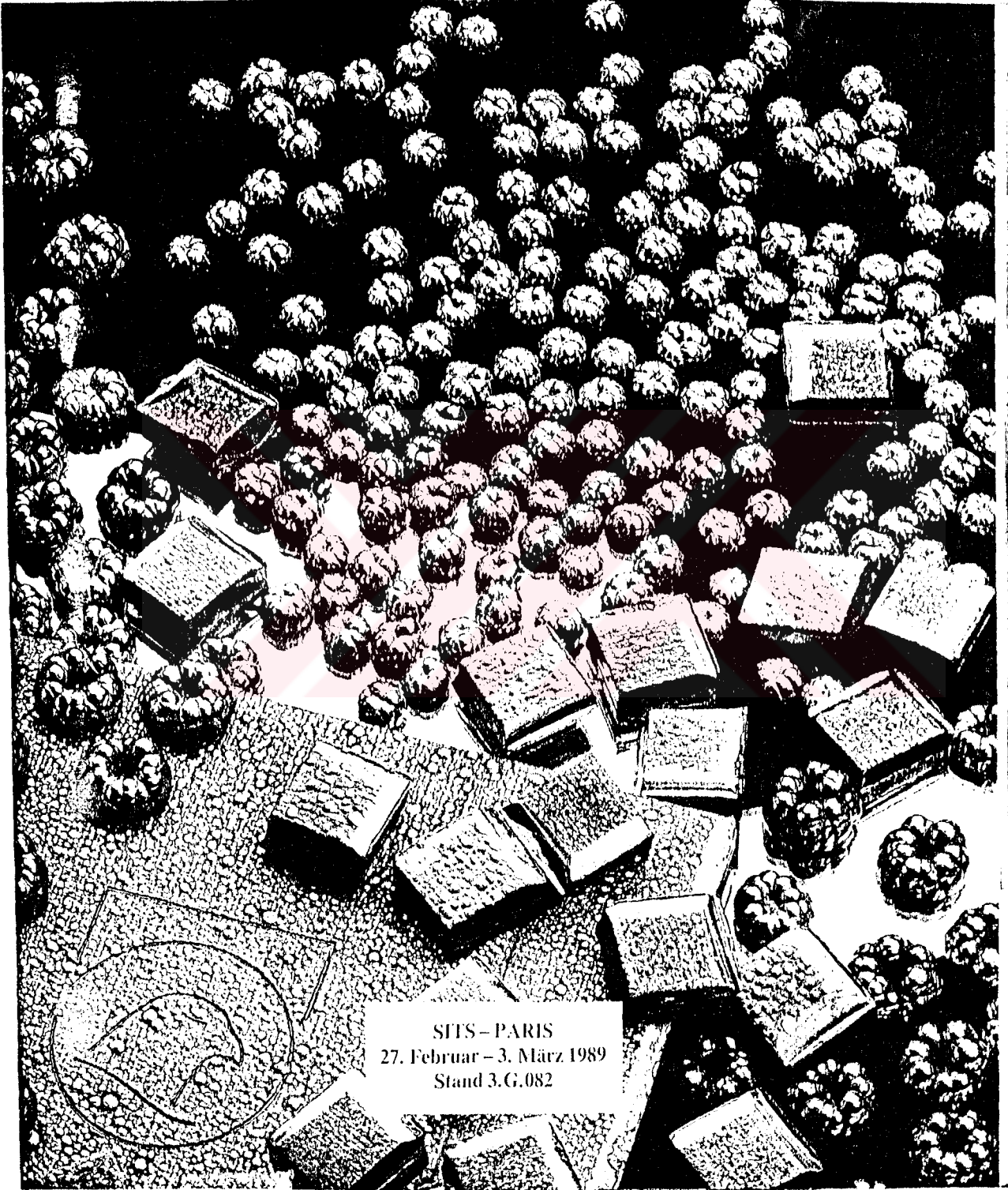
Banyo kabı : Gövde normal elik sacdan kaynaklı olup iş yüzeyleri sert kauçuk, plastik, p.v.c, ile izole edilmelidir.

Aside dayanıklı polyester ile de izole etmek mümkündür.

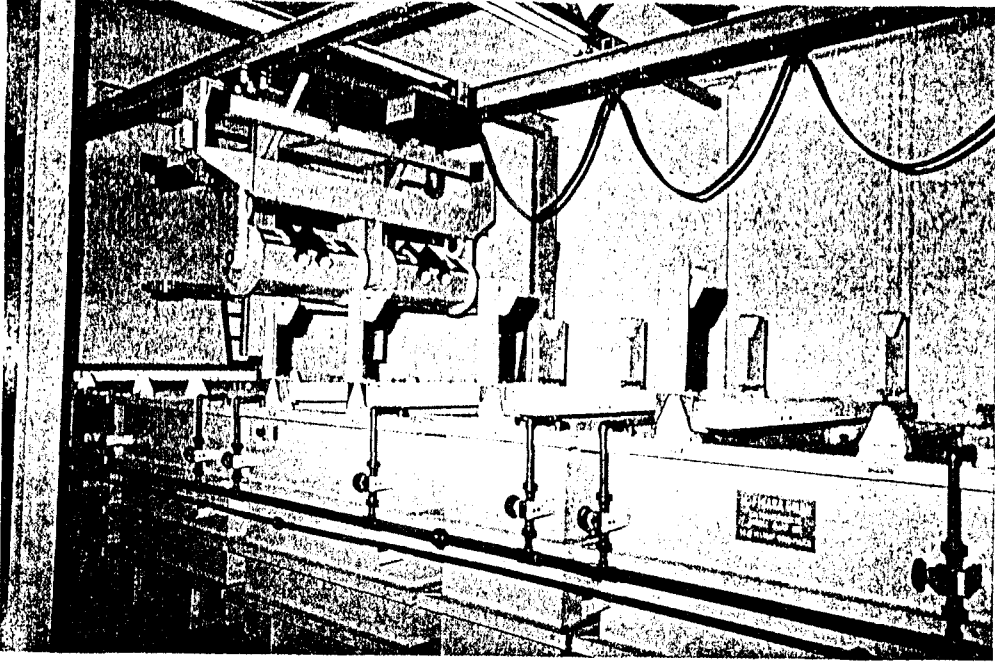
Isıtıcılar : Porselen, cam, titan ile direkt veya en direkt dış kazan yardımı ile ısıtma sağlanabilir. Isıtmada ısı ayarlı termostatlı yapılmasında fayda vardır.

Filtrasyon : Yüksek alışan banyolarda şişme filtreli aside dayanıklı pompalarla saatte bir defa elektrolitin devir daimi sağlanmalıdır.[27]

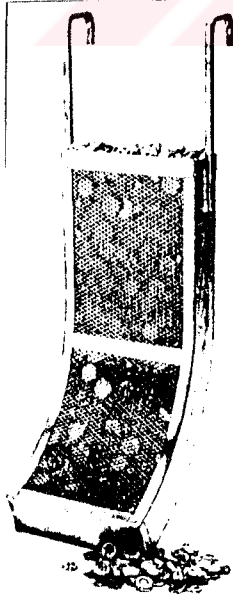




Şekil 6.2: Çeşitli tiplerde nikel anotlar [10]



Şekil 6.3: Otomatik banyo servisi [10]



Şekil 6.4: Nikel anot sepet askısı [10]

6.3.4. Nikel kaplamalarda işlem sırası

- 1) Malzemenin Polisaj yapılması.
- 2) Malzemenin 1/10' luk sülfürik asit ile dağlanır.
- 3) Elektrolitik yağalama uygulanır.
- 4) Yıkama ve durulamalar.
- 5) Nikel kaplama.
- 6) Ekonomi banyosu.
- 7) Yıkama ve durulama.
- 8) Kurutma

6.3.5. Nikel banyolarında yapılması gereken kontroller

Nikel banyolarında çalışma günlük yapılmalıdır. Onun için her sabah banyolar faaliyete geçmeden PH değerleri ölçülmelidir. Örneğin 4,5 – 4,8 ise PH değeri yüksektir. Ve bu durum da 1/10' luk sülfürik asitle düzeltilmelidir. PH değeri düşük ise 1/10' luk amonyakla veya %10' luk soda çözeltisi ($\text{Na}_2(\text{O}_3)$) ile PH ayarlanır.

6.3.6. Nikel kaplamadan sonra

6.3.6.1. Yıkama ve kurutma

Nikel kaplana parçalar ekonomi banyosunda ilk yıkama yapıldıktan sonra bol akar suda yıkamalı ve sonra 95C° de sıcak suya daldırılır ve reçinesiz ağaç talaşı ile kurutulur.

6.3.6.2. Nikel banyosunun demir birleşimlerinden temizlenmesi

Elektrolitteki az miktarda olan metalleri selektif kullanarak temizleyebiliriz.

Elektrolitte demir birleşimleri oranı yüksek ise az zaman elektrolit başka bir kaba çıkartılır ve içine buhar çıkıncaya kadar kaynatılır ve içine 1/10 luk soda çözeltisi

katılarak banyonun PH değeri 6.8 – 7 ye yükseltilir. Ayrıca her 100 lt. için 0,2 kar amonyum Per sülfat çözeltisi banyoya azar azar karıştırılarak katılır.

Banyo tekrar ısıtılarak 20 dk. bekletilir. Tekrar PH değeri ölçülür ve alkali durum görülür. Isıtma devam ettikçe elektrolit tekrar asitleşebilir. Elektrolit tekrar soda çözeltisi ile aktifleştirilir. Bu reaksiyon da demir, demir hidroksit olarak (kahverengi balçık halinde), dibe çöker.

Banyo soğutulur ve elektrolit süzülür ve filtre pompası ile filtre edilir.[27]



BÖLÜM 7. BAKIR KAPLAMA

7.1. Ön Bilgiler

Bakırın kimyasal sembolü "Cu" dur.

Atom ağırlığı : 63,57

Birleşme değeri : 1- 2 dir

Özgül ağırlığı : 8,93 gr. / cm³

Bakır kaplama diğer kaplama çeşitlerine göre çok daha hızlı bir şekilde yüzey doldurucu ve kaplayıcıdır.

Bakır banyoları 2 cinstir.

a-) Siyanür 'lü banyolarda bakır iyonu (Cu⁺) artı bir değerlidir. İnce taneli ve kaplama kalınlığı 0,006 – 0,01 ∞ m 'dir. Demir, Çelik, Alüminyum malzemelerin üzerine uygulanır. Elektrik işletimi ile ilgili çeşitli imalat türlerinde uygulanır.

Nikel kaplamaya daha fazla dayanıklılık sağlayabilmesi için nikel kaplama öncesi malzemeye uygulanır. Katot akım : 0,3 – 0,5 Amp / dm² - 20 – 60 dk. Banyo sıcaklığı : 20 – 30°C dakikadır.

b) Asitli bakır banyosu :

Asitli bakır banyolarında bakır iyonu (Cu⁺) iki değerlidir. Bu tip banyolarda bakır sülfat (CuSO₄) tuzu kullanılır.

Siyanürlü Bakır Banyo Elektrolitleri :

1) 90 gr. /Lt. – Bakır siyanür

- 2) 106 gr. /Lt. – Sodyum siyanür
- 3) 78 gr. /Lt. – Soda

Asitli bakır banyosunda iyonlar iri taneli olup yumuşak ve pürüzlü bir kalınlığa sahiptir.

Endüstride çeşitli imalat safhalarında kalın tip bakır kaplama ihtiyacına istenilen mikron seviyesinde rahatlıkla ulaşılması mümkün olan bir kaplama çeşididir.

Mikron seviyesi kalın olması istenilen bakır kaplamalarda önce siyanürlü bakır kaplama yapılır. Daha sonra aynı malzemenin üzerine asitli bakır uygulanır.

Bakır kaplamanın uygulama alanı :

- 1) Elektrik iletkenliği sağlanması istenilen parçalarda
- 2) Topraklama lamaları ve levhalarında
- 3) Nikel kaplama yapmadan önce esneklik sağlanması için uygulanır.

Bakır kaplama banyolarının kapları iç yüzeyleri PVC esaslı olmalıdır. Bakır banyolarında anot olarak elektrolit bakır kullanılmalıdır.

Asitli bakır banyosu elektrolitleri (hareketli)

- 1) 250 gr. /Lt. Bakır sülfat
- 2) 50 gr. /Lt. Sülfürik asit
- 3) 2 gr. /Lt. Kromik asit

Bakır kaplama yapılması için uygulanması gereken işlem sırası :

- 1) Malzemenin üzerindeki yağ tabakası temizlenir.
 - a) Trikloetilen ile
 - b) Elektrolitik yağlama banyosu ile
- 2) Su ile yıkama

- 3) Durulama
- 4) Nötürleme
- 5) Yıkama
- 6) Kaplama
- 7) Yıkama
- 8) Durulama

Hareketsiz Bakır Banyosunda :

Banyo sıcaklığı : 20 –25 °C

Akım yoğunluğu : 1 – 1,5 A /dm²

Çalışma gerilimi : 1,7 – 2,5 Volt

Banyo yoğunluğu (Bome) : 18 – 19 B'e

Hareketli Bakır Banyosunda :

Banyo sıcaklığı : 45 – 50 °C

Akım yoğunluğu : 3 – 4 Amp /dm²

Çalışma gerilimi : 3,7 – 5 Volt

Banyo yoğunluğu (Bome) : 18 – 19 °B'e [27]

BÖLÜM 8. ALTIN KAPLAMA

8.1. Ön Bilgiler

Kimyasal sembolü . Au, Atom ağırlığı : 179,2

Birleşme değeri : 1.2.3. Özgül ağırlığı : 19,3 gr. / cm³

Kaynama noktası : 1063 C°

Elektro kimyasal eş değeri, Au⁺ için : Ae -7,3567 gr. / Ah.

Elektro kimyasal eş değeri, Au⁺⁺⁺ için : Ae -24522 gr. / Ah.

Öz direnci : 0,002 ohm. m. Sertliği 25 vh. Kg. /mm²

Altın, platin metal yanında, hiçbir şartta değişmeyen, istikrarlı bir elementtir. Atmosferik şartlarda günlük sıcaklıkta ve daha yüksek sıcaklıkta üst tabakada hiçbir oksitlenme ve gümüş gibi ak sülfürlü bileşenlerden müteessir olmamaktadır.

Altın, asitler, tuzlar ve bazik ortamlarda yüksek sıcaklıkta dahi etkileyememektedirler. Yalnız, "Kral suyu" denilen (3 Kısım Tuz asidi "Hcl" + 1kısım Nitrik asit "HNO₃"), karışımı veya alkali, siyanürlü çözeltiler altına tesir etmemektedir. Kral suyunun neticesinde de altın klörür meydana gelir.

Zengin olmayan alaşım altın rengi tok sarı değildir. Altının sertliği çok azdır. Altını : Gümüş, Bakır veya Nikelle, alaşım yaparak, sertliği ve sağlamlığı temin edilir. Tok sarı elektroliz yoluyla elde edilir. İçine gümüş tozu konulduğunda : Donuk matt sarıdan, yeşil sarıya kadar değişen renk elde edilir. Tuzları ile de, kırmızı sarı renk elde edilir.

Süsleme eşyalarında Altın kaplama : 0,01 den, 0,1 mikrona kadar yükseltilir.

Yüksek bir kaplamadan sonra : Gümüş, Alpaka, Nikel alaşımları Bakır veya Pirinç arzu edilen kalınlıkta Altın kaplanabilir.

Yalnız ; Demir ve Alüminyum kısa zamanda korozyon tabakası meydana getirir. Ancak, Demir ve Alüminyum : Bakır veya Nikelle kaplanması halinde bu mahsur ortadan kalkar.

8.2. Siyanürlü Altın Banyosu

8.3. Elektrolitle Kullanılan Tuzlar

Siyanürlü Altın banyosunda bulunan mühim tuzlar : Altın, Siyanür, Sodyum siyanür, Potasyum siyanür ve sodyum karbonattır.

Altın banyosunda elektrolitte ; Altın klorür ($AuCl_3$) veya Altın siyanür, ($AuCN$) bulunur.

8.4. Altın Banyosunda Anot

Soğuk ve sıcak altın banyolarında : Çözünür Altın veya çözülmeyen Çelik anot kullanılır. Çözünür anot kullanıldığında, çalışma gerilimi : 1-2v. çözülmeyen anotlarda ise . 2-3v. kullanılır. İnce altın tanelerin elde edilmesi için "Rostfrei" paslanmaz çelik sac kullanılmalıdır.

Yalnız klorlu banyolarda kullanılır. Bu banyolarda sodyum iyonu bulunmamalıdır.[27]

BÖLÜM 9. GÜMÜŞ KAPLAMA

9.1. Ön bilgiler

Kimyasal sembolü : Ag, Atom ağırlığı : 107,88

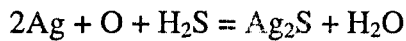
Birleşme değeri : 1, Özgül ağırlığı : 10,5 gr. /cm³

Kaynama noktası : 960,5°C, Öz direnci : 0,015 om.m.

Elektro kimyasal eş değeri : "Ag⁺" için. Ae = 4,0245 gr. /Ah

Gümüş, parlak beyaz bir metaldir. Işığa karşı büyük bir refleksiyon kabiliyeti olduğundan, hemen tüm faktörlerde kullanılır. Elektrikteki geçirgenliği yükseltir. İnceltilmiş veya konsantre asitler, örneğin : Tuz asidi, sülfirikasit, Sirke asidi; Gümüş çok az bir miktarda etkiler.

Gümüş ekseri tuzlara karşı organik maddelere karşı da dayanıklıdır. Ve etkilenmez. Ancak : Bol oksijenli ortamda, kükürtlü hidrojen etkiler ve Gümüş sülfür meydana getirir :



Burada siyah renkte Gümüş sülfür oluşmuştur.

Metal endüstrinde başlıca kullanılan sahalara : Mutfak levazımında örneğin : Bıçak, çatal, kaşık, vs. süs eşyalarında, örneğin ; Bayan makyaj takımları, şamdanlık, şekerlik vs. Üçüncü grupta da: Hassas şalterler için kontak yapımında, kimyasal çalışmalarda, korozyona karşı dayanıklı olmasından geniş sahada kullanılır.

Yüksek bir polisajla, Çinko alaşımı, Alpagu, Bakır veya Pirinci elektroliz yoluyla parlak olarak gümüş kopyalaya biliriz.

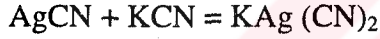
Çeşitli elementlerin üzerine ince bir gümüş kaplama ile korozyona karşı dayanıklılığı sağlanır. Örneğin : Demir, Alüminyum, Bakır, Pirinç veya nikel kaplanarak üzerine de gümüş kaplandığında, daha dayanıklı korozyona karşı mukabil bir tabaka elde edilir.

9.2. Siyanürlü Gümüş Banyosu

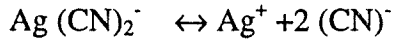
Banyo Tuzları: Siyanürlü banyolarda ekseriya; Gümüş siyanür, sodyum ve potasyum siyanür ve sodyum veya potasyum karbonat kullanılır. Banyo potasyum bileşiği, sodyum bileşiğine nazaran daha yüksek, KATOT AKIMINA müsaade eder. Ve büyük bir iletkenliğe sahiptir. Kuvvetli gümüş banyolarda elektrolitte 25 ile 30 gr. / H. Gümüş bulunmalıdır.

9.3. Katot Reaksiyonu

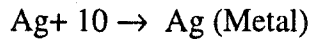
Alkali çözeltide, gümüş siyanür metal taşır.



Ve kompleks potasyum gümüş siyanür tuzu oluşur. Bu tuz çözeltide kompleks anyon: $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$ verir.



Buarda : Gümüş katyonu (Ag^+) bir elektron alarak :



Gümüş, metal haline geçer.

Bu banyolarda, serbest siyanür . %70 – 100 arasında olmalıdır. Bakır, Pirinç, yeni gümüş veya kalayın direkt Gümüş kaplamasında elektrolitteki gümüş metal : 10 ile

25 gr. /Lt. ve serbest siyanürde : %70 – 100 olmalıdır. Fazla olması halinde, kaplama süngerimsi olur.

Gümüş kaplamada iki yöntem vardır.

- 1) Normal elektroliz yoluyla gümüş kaplama,
- 2) Elektroliz ön Gümüş kaplama banyosu ile ince bir şerit halinde gümüş kaplama.

9.4. Gümüş Banyolarında Anot

Gümüş banyolarında, zengin kaliteli levha gümüş anot kullanılır. Anot askıları da ve pirinçlerinde gümüş olması gereklidir. Anot akımının, katot akımına eşit olmasını sağlamak için, anot yüzeyi katoda asılacak parçaların yüzeyleri : 1/1 oranında olmalıdır. Pratik anot' u pasiflendirir ; bu sefer de anot' un çözünürlüğü azalır ve elektrolitteki maden miktarı azalmış olur.

Elektrolitteki serbest Siyanür, banyoda zengin Gümüş iyonu sağlanır. Anot akım randımanı %100' e çıkar. Normal çalışmalarda anot, kendine has renge sahiptir. Ancak serbest siyanür çoğaldığında Gümüş anot, taş grisi rengi alır. Serbest Siyanür çok az durumda düşer, bu sefer anot siyahlaşır.[27]

BÖLÜM 10. KURŞUN KAPLAMA

10.1. Gerekli Bilgiler

Kimyasal sembolü : Pb, Atom ağırlığı : 207,21

Birleşme değeri : 2-4, Özgül ağırlığı : 11,34 gr. /cm³

Kaynama noktası : 327,4°C, Sertlik : 7 vh. kg. /mm²

Öz direnç : 0,20 ohm.m.

Elektro kimyasal eş değeri : “Pb⁺⁺” için. Ae = 3,865 gr. /Ah

Elektro kimyasal eş değeri : “Pb⁺⁺⁺” için. Ae = 1,9325 gr. /Ah

Elektrolitik kurşun ; mavimsi beyazdan gri maviye dek değişir. Hava elektrolitik kurusunu hemen etkiler ve kurşun süper oksit meydana getirir. Ancak bu oksitlenme, alt tabakaya nüfus edemez. Kurşun yumuşak bir malzemedir. Eye’ ye sıvanır, onun için ağır sanayinin temel elementi değildir. Yan element olarak kullanılır.

Asitlere dayanıklı olmasından, sülfürik asit üretiminde ve yumuşak ve kolay işlenir olmasından da camla dekoratif işlemlerde kullanılmaktadır.

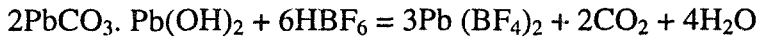
Galvanoteknikte; Demir-Çelik konstrüksiyonu banyoların, asitlere karşı izolasyonunda da bilhassa kurşun levha kullanılır, (Örneğin : Asitli, Bakır eloksal vb.). Ufak banyolarda banyoların ; 0,075 mm. yeterlidir. Diğer cihaz ve kimya endüstrisinde de ; 0,5 ile 2 mm. arasında bu kalınlık değişebilir. Pratikte kurşun kaplama banyoları şu bölümlerde çalışır.

- Borflüorhidrikli asit (1) (HBF₄)’ li, kurşun tuzları ve tutkallı kurşun banyoları.
- Silüsfluorhidrik asitli (H₂SİF₆), kurşun tuzları ve jelatinli kurşun banyoları.

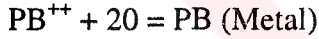
- c) Fenolsulfat asidi (2) ($C_6H_4OHSO_3H$), kurşun tuzları ve aktif karbonlu kurşun banyoları.
- d) Klorlu kurşun tuzları ve karanfil çiçeği yağlı kurşun banyoları.

Kurşun banyoları, organik maddesiz çalıştığında ; iri kristalli ve balçıklı olur. Onun için yüksek molekül sağlayan organik madde kullanılmalıdır. Örneğin ; Tutkal (kemikten), jelatin karanfil çiçeği yağı, Fenol asitleri kullanıldığında, ince kristal ve düzgün yüzey elde edilir.

10.2. Anot Reaksiyonu



Kurşunlu fluorborat iyonlarına ayrılır ve:



Burada akım randımanı . %98 dir. İki değerli kurşun, akım yoğunluğu, elektro kimyasal eş değeri ve kaplama kalınlığı.

Florluborat asitli kurşun banyolarında, iki kurşun da %98 alınabilir. Bu duruma göre:

$$0,98 \cdot 3,865 = 3,788 \text{ gr. /Ah. dir.}$$

Yani ; 1 Amp. Saat veya (60 Amp. Dakikada), pratik olarak, 3,788 gr. kurşun açığa çıkar.[27]

BÖLÜM 11. KALAY KAPLAMA

11.1. Gerekli Bilgiler

Kimyasal sembolü : Sn. Atom ağırlığı : 118,70

Birleşme değeri : 2-4, Özgül ağırlığı : 7,28 gr. /cm³

Kaynama noktası : 231,8°C, Sertlik : 12 vh. kg. /mm²

Elektro kimyasal eş değeri : “Sn⁺⁺” için. Ae = 2,2140 gr. /Ah

Elektro kimyasal eş değeri : “Sn⁺⁺⁺” için. Ae = 1,1070 gr. /Ah

11.1.1. Elektrolitik kalay

Gümüş beyazı, renktedir. Atmosferik şartlarda rengini bozmaz. Uzun müddet parlaklığını muhafaza eder. Oda sıcaklığında hava ve su etkilemez. Zayıf organik ve anorganik asitler çok az etkiler. Örneğin ; Havası ve oksijeni alınmış, konserve kutularında, organik asitler hiç etkilemez.

Kolay tıpkı Nikel gibidir ve Demiri, korozyona karşı nikelden daha iyi korur. Bakırın kalaylanması, gerek iletken yapımında ve gerekse örtü bakımından (Bakır kapların kalaylanması) kullanma sahasını genişletmiştir.

Ancak bu çalışmaların ; daldırması metodu ile yapıldığı gibi (Örneğin : Çinko daldırma metodu), elektroliz yolla en iyi kaplama sağlanmaktadır.

Normal olarak ; Demir – Çeliğin : 0,020 ile 0,025 mm. (20 – 25mikron) loplanması yeterlidir. Döküm parçalarının 25 – 30 mikron kaplanmasında yeter.

Korozyona karşı : Bakır, Bronz ve Pirincinde kaplama kalınlığı, 12 mikron yeterlidir. Kalay kaplamayı iki cins olarak inceleyebileceğiz.

1) ASİTLİ KALAY BANYOSU :

Temel tuş kalay sülfattır. Oda sıcaklığında çalışır.

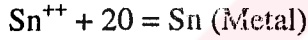
2) SICAK ÇALIŞAN ALKALİ KALAY BANYOSU :

Temel tuş, sodyumun tanat ($\text{Na}_2\text{SnO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), tuzudur.

Asitli Çinko banyosunda kaplama biraz daha açık renkte ve beyazdır. Asitli kaplamada, kaplama alkaliye nazaran biraz daha sabittir. Asitli kalay banyosunda yüksek akım kullanılabilir. Akım randımanı : %100 dür. Alkali banyoda %80 – 90 dır. Kaplama ince tanelidir.

11.1.2. Anot reaksiyonu

Asitli kalay banyosunda : Kalay sülfat, katot da ; Sn^{++} ve H^+ iyonlarının meydana gelmesini sağlar. Burada " Sn^{++} " metal haline geçer. Güçlü banyolarda Hidrojen gazı çıkar.



Bu reaksiyonda akım randımanı . %100 dür. Bu randımana, elektrolitteki serbest sülfürik asit ve Fenol tesir eder ve yükseltir.

- 1- Elektrolitteki %40 – 50 gr. /Lt. serbest Sülfürik asit ve güzel kokulu Fenoller reaksiyonu kuvvetlendirir ve randımanı yüksektir.
- 2- Ve yine Fenoller kaplamada ; Kristalleri inceltir ve yoğunluk fazlaşır.

11.1.3. Asitli banyoda kalay anot

Anot olarak, saf döküm kalay anot kullanır. Daha da iyisi, plaka olarak kullanılandır. Kurşunlu anotlar kullanılmamalıdır. Anotlar, anot askıları kullanılarak takılmalı veya Kalay bantlarla ve Nikel perçin kullanılarak asma sistemi sağlanmalıdır.

Anot da ince bir siyah tabaka meydana gelebilir. Bunun sebebi elektrolitte çözülmeyen, kalay sülfattan ileri gelir. Bu durum tazyikli su ile giderilebilir.

11.1.4. Alkali kalay banyosu

Alkali elektrolitte, dört değerli kalaydan ziyade, iki değerli kalay kullanılır. Alkali kalay banyosunda ekseriye ; Sodyum tanat ($\text{Na}_2\text{SnO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) ve sodyumdaki (NaOH), biraz : sodyum asetat ($\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) ve sodyumperborat ($\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) bulunur.

Bu banyolarda, kaplama ince tanelidir. Ancak çalışma derecesi yüksektir. Örneğin : $80 - 90^\circ\text{C}$, akım randımanı : %60 – 80 dir. Ancak kritik anot akımında kalay iyonu kalayca $\text{Sn}(\text{OH})_2$, kalay hidroksit haline dönüşeceğinden (bu ise banyoda bakık meydana getirir.), bu duruma dikkat etmek gerekir.[27]

BÖLÜM 12. KADMİYUM KAPLAMA

12.1. Gerekli Bilgiler

Kimyasal sembolü : Cd, Atom ağırlığı : 112,41

Birleşme değeri : 2, Özgül ağırlığı : 8,64 gr. /cm³

Kaynama noktası : 320,9°C, Sertlik : 7 vh. kg. /mm²

Elektro kimyasal eş değeri : Ac = 2,097 gr. /Ah' dir.

Kadmiyum kesildiğinde ; açık Gümüş beyaz rengindedir. Özellikle bakımdan Çinkoya ve Çinko kaplamaya çok yakındır. Kimyasal bakımdan da çok benzerdir. Sertliği ve kaynama noktası da, Çinkonunkine çok yakındır. Buna rağmen Kadmiyum, çözülme gerilimi bakımından demir' e yakındır. (Fe/Fe⁺⁺ = -0,44 V., Cd/Cd⁺⁺ = -0,40 Volt' tur. Demir ve çelik kolayca Kadmiyum kaplanır.

Kaplama sık ve mesamatsızdır. Oksitlenmeyi önler, ancak hava ile temasında çabuk matlaşır. Alkalilere karşı dayanıklıdır.

Sülfürik asit ve tuz asidi (Nitrik asit) süratle tesir eder. Mekanik dayanıklılığı azdır. Kadmiyum tuzlar, çinko tuzları gibi ZEHİRLİDİR. Yiyecek ve içecek KAPLAR ASLA Kadmiyumla kaplanmamalıdır.

Çinko saçlara nazaran daha büyüktür. Normal korozyon kalınlığı için 0,006 ile 0,012 mm. (6 ile 12 mikron) kafidir. Ancak kuvvetli atmosferik şartlarda veya endüstride ; 0,048 mm. (24 ile 48 mikron) kaplama yeterlidir.

12.2. Asitli Kadmiyum Banyosu

Mat çalışır, sülfürik asit, silisik asit (H_2SiO_3) veya barik asit koloidal maddelerle meydana gelen banyolar.

12.3. Alkali Parlak Kadmiyum

Siyanürlü tuzları ve yüksek moleküllü organik parlaklık maddeleri ihtiva eden banyolar Asitli Kadmiyum banyosunda, kristaller iri ve büyüktür ve önemsenmeyecek kadar az derinlemesine nüfus eder. Siyanürlü banyolarda, kristaller ince tanelidir. Ve parlak yüzey oluşturlar, akım randımanı, %90 ile 95 dir.

12.4. Siyanürlü Parlak Kadmiyum Banyosu

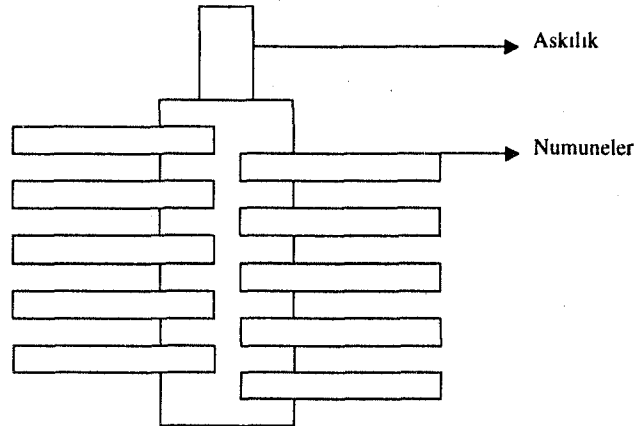
Siyanürlü parlak kadmiyum banyosunda ekseriye; kadmiyumsiyanür, sodyumsiyanür, sodyumhidroksit ve çok az miktarda patentli veya normal yüksek moleküllü organik parlaklık maddesi örneğin ; Kola, Saponin (Çöğür kökünden çıkarılan sabun maddesi), Meyan kökü hülasesi, (Zeytinyağı gibi). [27]

BÖLÜM 13. DENEYSEL ÇALIŞMA

13.1. Numune Hazırlama

Dekoratif ve sert krom kaplam için 10 'ar adet analizi tablo 5 'te verilen, 1010 çeliğinden yapılmış dekopaj sacından numuneler kesilmiştir. Numune boyutları 38x20x4 mm 'dir. Numuneleri kolay askıya alınabilmeleri için vida delikleri açılmıştır. Şekil 13.1 'deki gibi askıya alınmıştır.

Numuneler, vida deliklerinin kaplama yapıp, askıya yapışmaması için üzerleri boyanarak izole edilmişlerdir. Numuneler temizlenmiştir. Sonra kaplamaya geçilmiştir.



Şekil 13.1: Dekoratif ve sert kaplam yapılacak numunelerin askıya alınması.

Tablo 13.1: Numune analizi

Karbon	% 0,07
Krom	% 0,19
Mangan	% 0,024
Nikel	% 0,025

13.2. Dekoratif Numunelerin Kaplanması

A) Dekoratif numuneler önce hareketli banyolarda nikel ön kaplamaya alınmıştır.

Nikel banyo bileşimi:

Nikel Sülfat.....	200 gr/lt	
Nikel Klorür.....	75 gr/lt	
Borik Asit.....	40 gr/lt	
Albrilüks parlaticı	0,5 ml/lt	Katalizörler
Albrilüks taşıyıcı.....	3 ml/lt	
PB – A1 hava karıştırılmalarda ıslatici....	1,5 ml/lt	
PB – A2	0,5 ml/	

Çalışma şartları:

I : Akım yoğunluğu	8 amp/dm ²
V: Voltaj	3,5 volt
t : Süre	1 saat
T: Banyo sıcaklığı	50 °C
A: Anot	Elektrolitik nikel
pH:	4 – 5,5

Nikel kaplamadan sonra numuneler yıkanır ve kurutulurlar. Dekoratif kaplamaya geçilir. [1]

B) Dekoratif kaplama

Standart banyolarda yapılmıştır.

Banyo bileşimi:

Kromik asit	150 gr/lt
Sülfürik asit	0,87 gr/lt
Saf sülfürik asit (d = 1,84 gr/cm ³)	0,47 gr/lt
Alecra 51D	15 ml/lt

Çalışma şartları:

I: Akım yoğunluğu	15 amp/dm ²
V: Voltaj	4 volt
T: Banyo sıcaklığı	40°C
t : Süre	7 – 8 dakika
pH:	2 – 4
A: Anot	Kurşun anot

13.3. Sert Krom Kaplama

Standart banyolarda yapılmıştır.

Banyo bileşimi:

Kromik asit	225 gr/lt
Sülfürik asit	1 gr/lt
Saf sülfürik asit (d = 1,84 gr/cm ³).....	0,54 ml/lt
Alecra 52 H	15 ml/lt

Çalışma şartları:

I: Akım yoğunluğu	30 amp/dm ²
V: Voltaj	3 volt
T: Banyo sıcaklığı	50°C
t : Süre	30 saat
A: Anot	Kurşun anot
pH:	3 – 5

Katalizörler:

Albrilüx: Albright and wilson şirketi tarafından geliştirilen özellikle büyük ve köşeli yüzeylerde hızlı parlatmada çok önemli olan en son parlak nikel parlaticısıdır. Bu madde metalik kirleri uzaklaştırarak iyi bir parlaklık meydana getirir.

Albrilüx parlaticı: bu solüsyon, bazı parlaticı taşıyıcılarla birlikte yüzey parlaticı maddeleri ihtiva eder. Kullanım oranı: 200 ml/1000 amp. saattir. Yetersiz miktarda kullanılırsa yüzey boydan boya hasar görür. Fazla miktarda ise benekleşmeye sebep olur ve krom kaplamada, kromlanmaya karşı zorluk gösterir.

Albrilüx taşıyıcı: Parlaticı hacminin %20 'si kadar haftalık ilave edilir.

PB - A2 (Hava karıştırırmalı banyolar için): bu madde kaplama çözeltisinin yüzey gerilimini, sıçramayla olan hava kabarcıklarını azaltır.

PB , A1 ıslaticı: Kalsiyum fluoreta %4 – 7 oranında kullanılır. Transiyometrik maddedir. Fonksiyonerliği 20 ile 20°C 'de başlar.

13.4. Kaplama Kalınlığının Tespiti

Kalınlık deltaskop adı verilen bir aletle ölçülmüştür.

Çalışma prensibi; Zemini demir esaslı veya çelik olan, ölçülmesi istenen kalınlık bakır, pirinç, çinko, fosfat, plastik, boya vs. türünden malzemeler olmalıdır. Alet

manyetik özellikte çalışmaktadır. Nikel bu özelliği bozulduğu için kalınlığı ölçülemez. Metal kaplama firmasında yaptığımız sert krom kaplamanın kalınlığı 185 – 230 μ olarak tespit edilmiştir.

Dekoratif ve nikel kaplama kalınlıkları mikrometre ile ölçülmüştür. Önce numune kalınlığı sonra nikel kaplanmış numunenin kalınlığı ve sonra nikel + dekoratif krom kaplama yapılmış numunenin kalınlığı ölçülerek, kalınlık tespit edilmiştir.

Dekoratif krom kaplama kalınlığı 5 μ .

Nikel kaplama kalınlığı: 70 μ olarak tespit edilmiştir.

13.5. Sertlik Tespiti (Mikro Sertlik)

Mikron sertliğin numerik değeri tatbik edilen yükün standart uç vasıtası ile numune üzerinde bıraktığı izin alanına oranıdır. Uç otomatik olarak numuneye 20 saniye uygulanır. Böylece numune üzerinde bir iz elde edilir. Bu izin derinliği hiçbir zaman bir μ 'nu geçmez.

Mikrosertlik aleti hassas bir alet olup kontrolü otomatiktir. Alet komple metal mikroskobu ihtiva eder. Sertlik vickers olarak ölçülür ve tablolar yardımıyla RC değeri tespit edilir.

Ölçülen sertlik değerleri:

Dekoratif krom kaplama: Bunun sertliği kaplama kalınlığı uygulanan yükü karşılayamadığı için ölçülememiştir.

Nikel alt kaplama : 48 RC

Sert krom kaplama : 63 RC

Numunenin ilk sertliği : 5 RC

13.6. Metalografik İnceleme

Metaloğrafik inceleme için bir tane dekoratif krom kaplanmış numune bir tanede sert krom kaplanmış numune, metalografik standartlar uygun olarak zımparalanmış, parlatılmış ve aşağıdaki dağlayıcı solisyonları ile dağlanarak optik mikroskopta fotoğrafları çekilmiştir.

Dağlayıcılar:

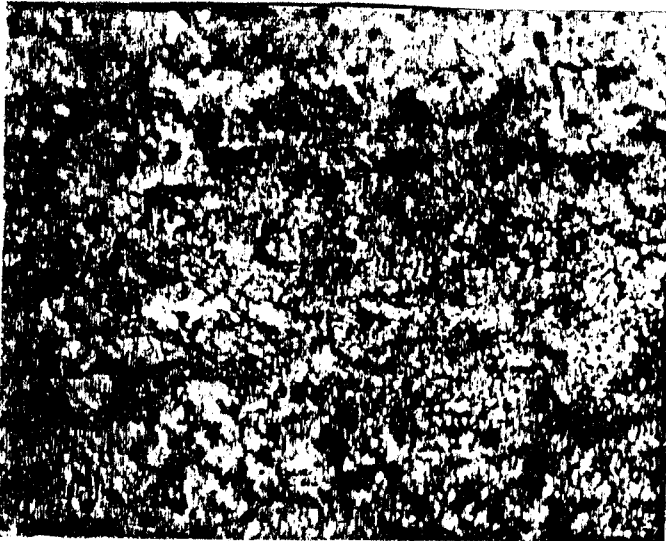
Dekoratif kaplama için : 50 ml HNO_3

: 50 ml Asetik asit karışımı 10 sn süre ile uygulanmıştır.

Sert Krom Kaplama için : 20 ml HNO_3

: 60 ml HCL asit karışımı 1 dk süre ile uygulanmıştır.

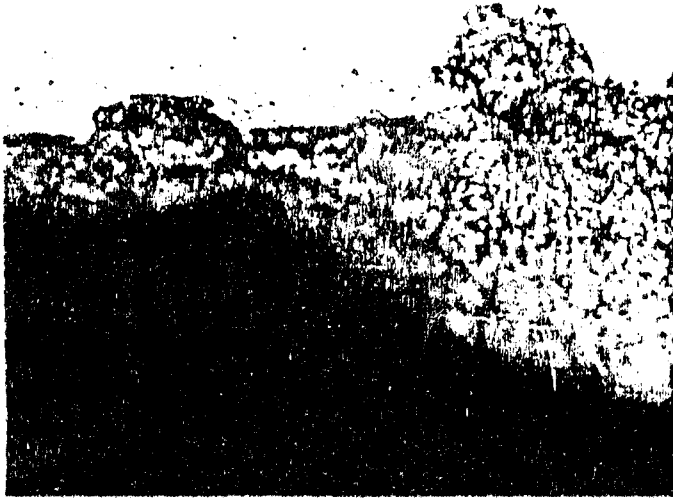
Şekil 13.2 'de; ana metal yapısı 200 büyütmede görülmektedir. Şekil 11.4 'de; dekoratif krom kaplama-nikel-ana metal ara yüzeyleri 200 büyütmede görülmektedir. Şekil 13.4 'de; sert krom kaplamanın ana metalle yapışmış olduğu ara yüzey fotoğrafı 200 büyütmede görülmektedir.



Şekil 13.2: Ana metal yapısı (x200)



Şekil 13.3: Dekoratif krom kaplama ara yüzeyi (x200)



Şekil 13.4: Sert krom kaplama yüzeyi (x200)

BÖLÜM 14. SONUÇLAR

Elektrolitik krom platin rengindedir. Elektrolitik kaplama ile elde edilen diğer metallere nazaran görünüşünün iyi olması, parlak olması ve sertliği, aranan bir metal olmasını sağlar.

Krom kaplama atmosfere, asit, alkali ve tuzlara karşı çok iyi korozyon direnci göstermektedir.

Dekoratif krom kaplama ile 0.3-0.8 μ kalınlık elde edilir. Buna karşılık sert krom kaplama ile 0.002-0.40 mm kalınlık elde edilir. Bu kalın krom tabakası aynı zamanda çok sert bir tabaka oluşturur. Darbelere oldukça dayanıklıdır. Kimyasal çalışmalarda ve yüksek sıcaklıklarda çalışırken ortama çok iyi mukavemet sağlar.

Düşük akım yoğunluğu ve düşük sıcaklıklarda elde edilen yüksek sertlikteki (1000-1100 V.S.D.) kaplamalar gevrek ve kırılganlardır. 1000 V.S.D. 'lik sertlikler 30 C° ve 10 Amp/dm² lik düşük akım yoğunluklarında elde edilirler.

Metal kaplama firmasında yaptığımız deneysel kaplamalarda 30 Amp/dm² akım yoğunluğunda 50 C° sıcaklıkta ve optimum banyo şartlarında 63 Rc = 940 V.S.D. sertlik elde edilmiştir. Dekoratif kaplama ise 15 Amp/dm² akım yoğunluğunda ve 40 C° banyo sıcaklığında yapılmıştır.

BÖLÜM 15. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Dekoratif Krom kaplamanın zaman içinde hava ve bulunduğu çalışma sıcaklıklarından etkilenerek kılcal çatlaklıklar oluşturur ve daha sonra kaplamanın altında oksitlenme başlayarak kaplamanın cilt halinde dökülmesine sebep olur.

Sert krom kaplamaları ise hava sıcaklığı ve çalışma ortam sıcaklığından hiçbir şekilde etkilenme olmadığı için sert krom kaplama çalışma ömrü dekoratif kroma nazaran çok daha yüksek olarak belirlenmiştir.



KAYNAKLAR

- [1] ATILIM KİMYA SANAYİ. Bilgi Föyü, 1993
- [2] BAYCAN, E., "Metal Yüzey İşlemleri", Teknik Yayınları, Seri-B-1993.
- [3] BOR, F. Y., "Ekstraktif Metalurji Prensipleri", Kısım II., İTÜ Kim. Met. Fak., Sayı 1389, İSTANBUL, 1989.
- [4] BRANCIAROLA, J. P., Trans. Ins. Metal Finishing 48, 172, 1970.
- [5] BUNSEN, R. W, Prog. Ann. 91, 619 1854.
- [6] CANNING, W., "The Canning Handbook Surfaace Finishing Technology", Dep. 14, London-New York, 1989.
- [7] ÇAKIR, U., "Sert Krom Kaplama", Bitirme Tez, İTÜ SMF. Met. Müh. Böl., Haziran 1987.
- [8] DEVELİ, S., "Galvano Teknik", Milli Eğitim Basımevi, İSTANBUL, 1969.
- [9] ERDENER, V., "Galvano Teknik", 1995.
- [10] GALVANO TECCHNIK, Leiter Platen-Technik, September 1989, EUGEN G. LEUZE VERLAG D. 7968 SAULGAU / WÜRTT. DEATSCHLAND.
- [11] GECKİNLİ, E., "Metalografi", I. Kısım, İTÜ Kimya Met. Fak., İSTANBUL, 1989.
- [12] GECKİNLİ, E., "Metalografi", I. Kısım, İTÜ Kimya Met. Fak. Metalurji Müh. Böl., 1993.
- [13] İSFENDİYAROĞLU, A; "Elektro Kimyanın Endüstriye Uygulanması", İTÜ-Kimya Fak Yayını, 1980.
- [14] JOSE, V. M. U., "Parthasaradhy, N.N., Galvanotechnik" 63, 523, 1972.
- [15] KAYALI, S., DİKEÇ, F., "Metalik Malzemelerin Mekanik Deneyleri", İTÜ Matbaası, Gümüş suyu, İSTANBUL, 1983.

- [16] KÖROĞLU, D., ÇELİK, “Sert Krom Kaplama”, Bitirme Tezi, İTÜ. SMF. Met. Müh. Böl., HAZİRAN, 1990.
- [17] KRAUS, H., W., Galvanotechnik 62, 673, 1971.
- [18] LUDWING, R., Galvanotechnik 64, 836, 1973.
- [19] METAL DÜNYASI DERGİSİ. Sayı 6 Sf. 60-62 Ekim 1993.
- [20] PEKTAŞ, M. R., “Elektrolitik Nikel Kaplama”, Bitirme Tezi, İTÜ SMF. Met. Müh. Böl., Haziran 1998.
- [21] SEVİNÇ, V., “Metal Kaplama Ders Notları”, SAÜ. Müh. Fak. Metalurji Müh. Böl., 1993.
- [22] T.S.E. Elektrolitik Kaplamalar 1994
- [23] WINER ROBERT, “Die Galveniseche Verchromung” Euge G.Leuze Verlag Saugaau / Württ 1974
- [24] YETKİN, H., ARKUN, E., “Metallerin Elektrolitik Yöntemlerle Kaplanması. Nikel Kaplama”, TÜBİTAK Bilgi Profili No: 21.
- [25] YETKİN, H., ARKUN, E., “Metallerin Elektrolitik Yöntemlerle Kaplanması. Yüzey Temizleme”, TÜBİTAK Bilgi Profili No: 19.
- [26] YETKİN, H., ARKUN, E., “Metallerin Elektrolitik Yöntemlerle Kaplanması. Dekoratif ve Sert Krom Kaplama.”, TÜBİTAK Bilgi Profili No: 22.
- [27] YONAR, İ. KENAN, “Galvano Teknik”, ANKARA, 1978.

ÖZGEÇMİŞ

1954 YILINDA Yugoslavya'da doğdum. İlk, orta ve meslek lisesini Adapazarı'nda bitirdim. 1979 yılında ANKARA YÜKSEK TEKNİK ÖĞRETMEN Okulunda mezun olduktan sonra İSTANBUL Kadirga Meslek Lisesi'nde 1 yıl öğretmenlik yaptım ve daha sonra Almanya'da lisan eğitimi, bazı teknik araştırma ve incelemelerde bulunarak ülkeme döndüm.

1981 yılında Adapazarı'nda GALVANO TEKNİK hizmetlerini Firmamız METAL KAPLAMA SANAYİİNDE ilimiz, bölgemize ve yurdumuzun birçok bölge ve sektörlerinde bu hizmeti gelişen teknolojik şartlar dahilinde vermeye devam ediyoruz.

