

MAKINA MÜHENDİSLİĞİ EL KİTABI

ÜRÜNLER VE TASARIMI
Cilt 2

Baskıya Hazırlayan
A. Münir CERİT
Makina Yük. Mühendisi

TMMOB MAKINA MÜHENDİSLERİ ODASI



YAYIN NO.: 170

2. BASKI

SUAT SEZA/ GÜRÜ'nün anısına

II

Koordinasyon

MMO Kitap Komisyonu

Ali Münir CERİT

Prof. Dr. Alp ESİN

Doç. Dr. Kahraman ALBAYRAK

Bilal BAYRAM

BÖLÜM 16

YÜZEY İŞLEMLERİ

Hazırlayan

Hikmet YAŞAR, Kimya Yük. Mühendisi, MKEK - Ankara

	Sayfa		Sayfa
1. Genel Bilgiler ve Tanımlar.....	02	11. Bakır Kaplama.....	23
2. Metalik Yüzeylerin Durumları.....	02	12. Pirinç Kaplama.....	24
3. Temizlik Yöntemleri.....	03	13. Nikel Kaplama.....	25
4. Kimyasal Dönüşüm İşlemleri.....	07	14. Krom Kaplama.....	26
5. Elektrolitik Dönüşüm İşlemleri.....	10	15. Kalay Kaplama.....	27
6. Boyalar ve Boyama Teknolojisi.....	12	16. Gümüş Kaplama.....	28
7. Diğer Tabaka Uygulaması.....	15	17. Altın Kaplama.....	29
8. Elektrolitik (Elektro) Metal Kaplama.....	16	KAYNAKÇA.....	30
9. Kadmiyum Kaplama.....	21	İLGİLİ TSE STANDARTLARI.....	30
10. Çinko Kaplama.....	22		

YÜZEY İŞLEMLERİ

1. GENEL BİLGİLER VE TANIMLAR

Giriş

Bir mekanik parça, bir bütün ya da birim, son biçimlendirilmesi yapıldıktan sonra işlevini henüz tam olarak sürdürebilecek nitelikte değildir. Üretimin tamamlayıcısı sayılan ve değerini arttıran herhangi bir yüzey işlemi mutlaka gereklidir.

Yüzey işleminin seçimi tasarımla ilgili olup bu işlem ürüne çok defa korozyon direnci ve dekoratif görünüm kazandırmayı, bazı hallerde de onun mekanik, termik, elektriksel, foto elektrik, foto termik, lehimlenebilme gibi niteliklere sahip olmasını amaçlar.

Her yüzey işlemi iyi bir yüzey hazırlama ve temizlikten sonra uygulanır. Temizlemeden sonra da uygulanacak işleme kadar yüzeylerin temiz kalmasını sağlayacak önlemler alınmalıdır.

Yüzey işlemleri ürünün yapıldığı malzemeye ve tasarım isteklerine göre çeşitli şekillerde uygulanır.

Uyanlar

Boyanmayacak Yüzeyler:

Vidalar, kayar yataklar, dişliler, kontaklar, diğer elektrikli bağlantı elemanları, plastik-lastik parçalar, bağlama parçaları, izolotörler, delik yüzeyler ve yağlama yerleri boyama işlemine verilmezler.

Birleştirilecek Parçalar :

Katlı dikiş, civata ya da perçinle birleştirilecek parçalar önceden yüzey işlemi görmüş olmalıdır. Zorunlu hallerde komple edildikten sonra işlem gören ürünler 150°C dolayında fırınlanarak asit artıklarının uzaklaşması sağlanmalıdır. Saplama, perçin ve vidalı bağlama elemanları inceltilmemiş çinkokromat astarla işleminden hemen sonra, yağ iken, yerlerine takılmalıdır.

Farklı metallerin birbiriyle temasta olduğu tasarımlardan mümkün olduğu kadar kaçınılmalıdır. Zorunlu hallerde galvanik korozyonu önlemek için yalıtıklık kazandırıcı yüzey işlemine başvurulmalıdır.

Hidrojen Kırılmalı :

Metallerin asitle temizlenmelerinde olduğu gibi çeşitli ortamlarda hidrojenin atom halinde metalik yüzeyden iç kısımlara doğru emilmesi ve daha sonra da H₂ molekülleri halinde yüzeyden ayrılmaya yatkın olması büyük bir iç basınç doğurur ki buna hidrojen kırılmalı denir. Genelde elektrometal kaplamadan sonra yüzey işlemini bozmayacak bir sıcaklıkta ısı işlem ya da yaşlandırma ile hidrojen kırılmalı giderilmelidir (Bak. Kadmiyum kaplama).

Tesisler:

Tesisler ya da işlem birimleri mekanik atelyelerden ayrı bir bölümde, yüzey işlemlerinin gerektirdiği biçimde tasarlanarak kurulurlar.

Sulu sistemlerle çalışılan yerlerde güvenlik için 42 voltla çalışılır. Diğer güvenlik kurallarına da uyulur. Kapasite seçimlerinde işletmenin genişleme durumu da göz önünde bulundurulur.

2. METALİK YÜZEYLERİN DURUMLARI

Üretim yöntemlerine ve ambarlama koşullarına bağlı olarak metalik parça yüzeyleri çeşitli görünümde olurlar:

Yeni Üretilmiş Parça Yüzeyleri

- Talaşlı işlemeden ötürü yağlı, bekletilmişse ayrıca tozludur,
- Sıvama, haddeme, soğuk fişkırtma, derin çekme gibi işlemlerden geçmesinden ötürü sabun, Bonder, Molikot gibi yardımcı maddelerle kirlenmiştir,
- Üretimden hemen sonra kısa süre koruma amacıyla bazı patent filmlerle kaplanmıştır.

Hafif Pash ya da Oksitli Parça Yüzeyleri

Metal parça yüzeyinde kısmen ya da bütün yüzeyi kaplayacak şekilde pas ya da oksit bulunur.

Kalın Oksitli (Tufalli) ya da Kızdırılmış Pash Parçalar

Sıcak dökme, sıcak fişkırtma, sıcak derin çekme gibi işlemlerle parça yüzeyinde çok kararlı siyah oksit

YÜZEY İŞLEMLERİ

(Tufal) oluşabilir. Ayrıca paslı bir parça herhangi bir nedenle ısıtılacak olursa, yüksek sıcaklıkta yüzeydeki pas kararlı hale geçer.

Eskimiş Boyalı, Laldı ya da İşlemli Parça Yüzeyleri

Boya ve lak bileşimindeki reçineler uzun süre açık havada kaldığında daha da kararlı hale geçer. Genelde hurda eşyanın değerlendirilmesi ile temizliği söz konusu olmaktadır.

Çok Sert ve Gerilmeli Parça Yüzeyleri

Görünüşte yüzeylerin temiz olmasına rağmen, gerilme giderici ısı işlem uygulanması sırasında yüzey oksitlenir. Bu oksitlenmeyi engelleyecek önlem (koruyucu gaz atmosferi gibi) alınmalıdır.

3. TEMİZLEME YÖNTEMLERİ

Paragraf 2 de belirtilen yüzeylerin ağırlık derecelerine göre değişik temizleme yöntemleri uygulanır. Bu yöntemlerin başlıcaları aşağıda verilmiştir :

Mekanik Temizleme

Özellikle kalın oksitli (tufalı) ya da kızdınlmış paslı parça yüzeyleri için ilk kademe temizleme yöntemidir. Mekanik temizleme sonunda yüzeyde kalan toz ve diğer kirliliklerin giderilmesi için kimyasal temizleme gereklidir.

Mekanik temizlemeler de değişik sistemlerde uygulanır :

Kum Püskürtme

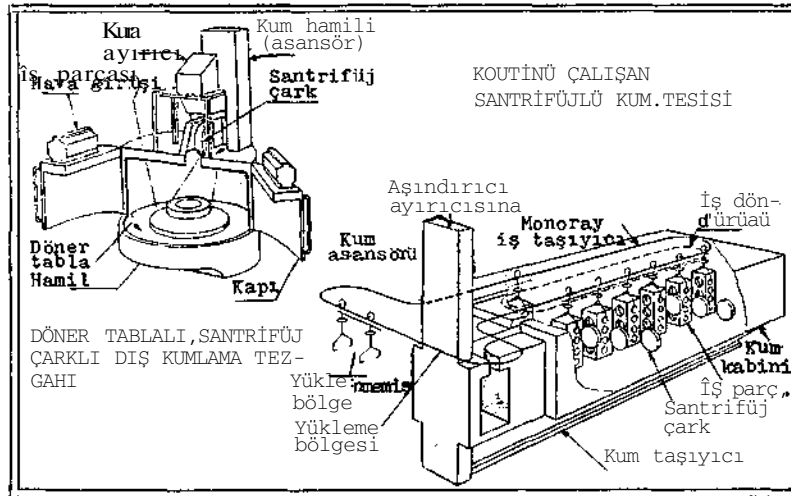
Kum püskürtme, genelde 6-7 bar hava basıncı kullanılarak, aşındırıcı niteliğinden yararlanan bazı sert taneceklerin iş parçaları üzerine kapalı sistemde püskürtülmesi ve parça yüzeylerinin temizlenmesidir. Sistemin elle ve otomatik uygulamaları olup dış kum püskürtme, iç kum püskürtme gibi çeşitleri vardır. Şekil. 1 de kumlama düzenneği örnekleri görülmektedir.

Dış kum püskürtmede bir ambardan santrifüj çarkına dökülen kum tanecekleri yüksek devirden dolayı hızla iş parçaları üzerine yönelirler, iç kum püskürtme ise çok sert (sinter ya da hava çeliği) bir lüleden basınçlı hava yardımıyla çıkan tanecekler iş parçalarının iç kısımlarını temizler.

Çelik kum genelde 1-2 mm ölçüsünde, yuvarlak ya da köşeli, vasıflı çelik, temper döküm gibi malzemelerden yapılabilir. ASTM ya da DIN standartlarına göre seçilebilir.

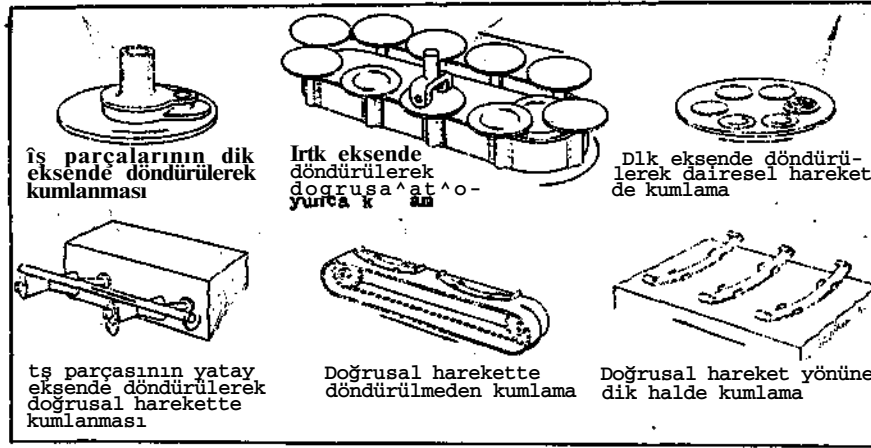
Kum püskürtmede kullanılan zımpara taşı tanecekleri de 0,2 - 0,3 mm boyutunda (ABD Elek No : 80-50) etkin olarak kullanılabilirler.

Cam tozu da çok dahn ince olmak kaydıyla, özellikle alüminyum ve pirinç malzeme için iyi bir yüzey hazırlayıcıdır.



Şekil.1- Çeşitli kumlama düzenekleri

YÜZEY İŞLEMLERİ



Şekil.,2- Çeşitli kumlama biçimleri

Tamburlama

İş parçalarının özel biçimli tamburlarda bazı aşındırıcı maddelerle birlikte nisbeten düşük devirlerde döndürülerek yüzeylerinin temizlenmesi ve çapaklarının alınması işlemidir.

Tamburlama işleminde parçaların küçük olması halinde erim çok büyüktür. Zira tambur yan hacmına kadar iş parçaları ve aşındırıcı ile doldurulabilmektedir. Tamburlanacak parçalar büyüdükçe tamburların hacmi da artar, dolayısıyla gürültü fazlaşacağından tesisin iç cidarlarının lastikle kaplanması ve kapalı yere alınması gerekir.

Aşağıdaki çizelgede değişik metallerin tamburlanmalarında aşındırıcı tipleri görülmektedir.

Çizelge.1- Tamburlamada Aşındırıcılar

Aşındırıcı	TufalAlma	Pürüzlülük Giderme	Patlama, Cilama
Alüminyum oksit, şekilli	Her Metal	Her Metal	Her Metal
Silisyum karbid	Her Metal	Her Metal	Her Metal
Seramik	-----	-----	Her Metal
Çinko parçacıkları	-----	Çinko	-----
Naylon	-----	Yumuşak Metal	-----
Lastik (elmas tozlu)	-----	Pirinç	Pirinç
Keçe	-----	Alüminyum	-----
Deri	-----	-----	Sert Çelik
Mısır koçanı parç.	Her Metal	-----	Demir dışı metal
Odun tozu	Her Metal	-----	Demir dışı metal
Sert ağaç çiviler	-----	Alüminyum	Plastik

Troval malzemelerinde olduğu gibi sanayide sıvı fazın da kullanılabilirdiği patent aşındırıcılar yaygındır.

Fırçalama

Uçları taşlı ve keskin kenarlı çelik tellerden değişik biçimlerde yapılan fırçalarla paslı ya da oksitli metal yüzeylerin temizlenmesidir. Elde kullanılan basit tipleriyle spiral kablolu döner fırçalar ya da büyük tezgah biçimi-

YÜZEY İŞLEMLERİ

minde vals fırçalar değişik uygulama örnekleridir.

Aşındırıcı Bantla Temizleme

Düzgün yüzeyler için elverişli olan bu yöntemde band zımparalı tezgahlar, bazen de zımpara bezi ya da kağıdı takılan el tipi motorlu cihazlar kullanılarak metal yüzeyler oksit ve pasından arındırılmaktadır.

Kimyasal Temizleme

İş parçalarının değişik çözücüler, alkali ya da asitli maddeler kullanılarak yağ, kir, oksit ya da tufallanndan temizlenmesidir. Temizlemede hangi bileşim öngörülmüş ise tekne malzemesi ve yardımcı donanım bu maddelere kimyasal bakımdan dirençli olmalıdır. Genelde çözücü ve alkali maddeler için çelik sac yeterli olursa da asitli maddeler için özel malzemeler seçilir.

Çözücülerle Temizleme

Parça üretimi sırasındaki yağlanmalar, parçaların bekletilmesinden dolayı tozlanma ve kirlenmeler, parçaların korozyondan korunması amacıyla önceden uygulanmış ve kurumuş lak tabakaları, zift ya da asfalt lekeleri, kauçuklu bileşimler gibi değişik yüzey kirlilikleri uygun çözücüler kullanılarak temizlenirler.

Bu amaç için kullanılan başlıca çözücüler ketonlar, petrol ürünleri (Nafta, Iprazol, White Spirit), kömür katranı ürünlerinden toluen, aliftik klorlu bileşikler (kloretan, trikloretilen, perkloretilen...), bazen de değişik bileşimlerdeki tinerlerdir.

Çözücülerin kimyasal temizlemede kullanımları da çeşitli olabilmektedir. Bunlar, daldırma yıkama, buharlama yıkama, kapalı sistemde sıcak ve soğuk yıkamalardır. Bunlar içinde buharla yıkama çok etkin ve önemli bir temizleme yöntemidir.

• Buharla yıkamanın aslı, derince bir teknenin alt tarafında trikloretilen gibi yanmaz bir çözücünün ısıtılarak buharlaştırılması, bu buharların da teknenin üst, iç çevresinde dolaştırılan soğuk su boruları yardımıyla yoğunlaştırılıp bir askıda bulunan iş parçaları üzerine damlacıklar halinde yağdırılması ve bu iş parçalarının yıkanmasından ibarettir.

Alkali Temizleme

İş parçalarının belirli bileşimlerdeki alkali çözeltilerle yıkanmasıdır. İş parçalarının malzemesine göre değişik temizleme banyoları kullanılmaktadır (Bak. Çizelge.2).

Çizelge.2- Çeşitli Metal Yüzeyler için Alkali Temizleme Bileşimleri

Temel madde, 0/0 (Susuz karışım)	Alüminyum			Demir-Çelik			Çinko		Bakır		Magnezyum	
	D	P	E	D	P	E	D	P	E	D	P	E
Sodyum hidroksit				20	20	55	1	15	15	20	15	20
Sodyum karbonat				18	29	8.5	—	—	—	18	—	18
Sodyum bikarbonat	21	24	—	—	—	—	—	35	34	—	34	—
Sodyum orta fosfat	30	30	20	20	10	90	10	10	—	—	10	20
Sodyum piro fosfat	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	10	—
Sodyum meta silikat	45	45	30	30	25	—	40	40	30	40	40	30
Sodyum resinat				5	—	—	5	—	—	5	—	5
Alkilaril sülfonat	3	—	—	—	5—1	5	—	—	5	—	—	5
Alkil aril polieteter alkol				2	—	—	—	—	—	2	—	2
Yüksek noiyonikler (etilenoksitte)	1	1	—	1	0,5	—	—	—	1	—	1	—
Çalışma sic. °C	72	72	83	94	77	83	77	83	83	77	72	83
Dirişim g/lit	30	7.5	60	7.5	60	30	7.5	45	60	7.5	60	60

D : Daldırma, P : Püskürtme, E : Elektrolitik sistemde temizleme

Elektrolitik Alkali Temizleme

Çizelge.2 deki banyo bileşimleri kullanılarak metaller düşük volt, yüksek amperde anot-katot değişimiyle

YÜZEY İŞLEMLERİ

çok iyi bir şekilde temizlenebilirler. Tekne malzemesinin içi bir plimerle kaplanmalı, yardımcı elektrodlar grafitten seçilmelidir. İş parçaları 150-250 A / dm² akım yoğunluğunda 50 saniye anot, 10 saniye katot uygulaması ile temizlenebilirler. Oksitlerin hatta tufalm bile bu yöntemle söküldüğü görülmüştür. *Daha çok elektrolitik kaplama öncesi uygulanır.*

Asitle Temizleme

Bazı inorganik asitlerle organik asitlerin, asit tuzların ya da bunların kombinasyonunun banyo bileşeni olarak kullanılması ile özellikle çelik yüzeylerin kir, oksit ve paslarının alınması ve yüzeylerinin temizlenmesi mümkün olur. İnorganik asit olarak sülfürik, fosforik, hidroklorik ve kromik asitler, organik asit olarak ta asetik asit, limon asiti, bazen de formik asit kullanılır. Banyolara az miktarda ıslatıcı (deterjan gibi) madde ile inhibitör de katılır.

Inhibitör

Yasaklayıcı, engelleyici anlamında olup bu tür kimyasal maddeler asitin oksitleri eritmesi sırasında ana metalin aşınmamasını sağlar. Piyasada Rodine, Rodine LW 57 gibi ticari isimlerle satılmakta olup banyo bileşimlerine 0/0 0,1 oranında katılırlar.

Asitle temizlemelerde 0/0 10 luk derişim çok defa yeterli olmakla beraber bazı hallerde bu derişim 0/0 20 ye çıkabilir. Asit banyosunun hazırlanmasında da teknedeki su üzerine asiti yavaş yavaş dökmelidir. Duruma göre çalışma sıcaklığı da oda sıcaklığından 90°C sıcaklığa kadar, çalışma süresi ise 2-10 dakika olabilmektedir.

Asitle Çalışmada Donanım

Sülfürik asitle çalışmada 0/0 2-4 oranında antimon havi kurşunun çok yüksek bir direnci vardır. Ancak kurşunun mekanik dayanımı az olduğu için 3-5 mm kalınlığındaki tekne malzemesinin ayrıca bir dış takviye teknesine yerleştirilmesine ihtiyaç vardır.

Sülfürik asitle çalışmada tekne malzemesi olarak W. Nr. 1.4505 (AISI 321 kalite) krom nikelli çelik te kullanılabilir. Silika ya da karbon tuğlasının asit çimentosu ile örülmesiyle de dirençli tekne yapılabilir.

Tuz asiti için Inconel (0/0 75 Ni, 25 Cr) alaşım en uygun olanıdır, yukarıda bahsedilen tuğla tekneler de kullanılabilir.

Askı, tambur, pompa ve aspiratör donanımı da kullanılan asit ve buharlarından en az etkilenecek malzemeden yapılmalıdır. Asitli banyoda döner tambur yatakları teflondan ya da bunun kopolimerinden imal edildiği takdirde problemsiz çalışılır.

Ultrasonik Temizleme

Çözücülerle, alkali ve asitli sistemdeki temizlemelerde banyo içine konulan bir piezo elementle sıvı kütlesine titreşim verildiğinde parça yüzeyindeki kirler etkili biçimde yok edilir. Pratikte 80 litrelik bir banyo için 6-10 W lik, 20-40 kHz kapasitesinde bir piezo element yeterlidir.

Bu tür düzenekler yurdumuzda da yapılmaktadır.

Eski Boyalı ve Laklı Yüzeylerin Temizlenmesi

Özellikle çelik yüzeyler için banyo bileşimleri ve çalışma şartları aşağıda verilen sistemler başarıyla kullanılmaktadır :

1 No.lu Formül		2 No.lu Formül	
Arap sabunu	500 k	Sodyum hidroksit	200 k
Su camı	100 k	Su camı	100 k
Sodyum hidroksit	400 k	Amonyak (sulu çöz.)	100 k
		Kizelfar	100 k
		Deterjan	10 k

Bu banyolar iş durumuna göre 0/0 10-20 derişimde ve kaynar derece yakınındaki sıcaklıkta kullanılır. Buna benzer bileşimdeki hazır banyo ürünleri Collon 14 gibi ticari isimlerle de satılmaktadır.

YÜZEY İŞLEMLERİ

4. KİMYASAL DÖNÜŞÜM İŞLEMLERİ

Tanımlama

Kimyasal dönüşüm işlemleri temizliği yapılmış metalik yüzeylerin özel banyolarda bazı kimyasal ya da elektrokimyasal işlemlere tabi tutulması, bunun sonucu yüzeylerin fiziksel görünümünün değişmesi ve korozyon direncinin artmasıdır.

Kimyasal dönüşüm işlemlerinin başlıcaları, fosfatlama, oksalatlama, oksit-kromat pasiflendirme, kimyasal renklendirme, eloksal, sert eloksal ve parlatma prosesleridir. Kimyasal dönüşüm sonucu yüzeyde oluşan tabaka kalınlığı 1 mikrondan 100 mikronun üstüne kadar değişebilir.

Fosfatlama

Daha çok çelik parçalara, bazen de alüminyum, çinko gibi metallerle uygulanan bir kimyasal dönüşüm prosesidir. İşlemin aşısı, yüzey temizliği yapılmış parçaların fosfat asitli ve bir metal iyonlu (demir, çinko, mangan gibi) ortamda, uygun sıcaklıkta bekletilerek yüzeyde kompleks kristaller tabakası oluşturmaktır.

Fosfatlamanın amacı, boya ya da laklama öncesi iyi bir yüzey hazırlığı yapmaktır. Böylece boya ya da lak, yüzeye daha iyi tutunur.

Fosfatlamada bazı türler için dekoratif görünüm esas olmaktadır. Örneğin mangan fosfatla çelik yüzeyler mat, siyah renge kavuşur.

Çelik parçaların kısa süre paslanmaya direnci için de kullanılan fosfatlama prosesi metallerin derin çekme ya da fişkırtma gibi işlemlerinde yağ tutucu ve işlem kolaylaştırıcı olarak da karşımıza çıkmaktadır.

Çelik Yüzeylerin Fosfatlanması, Koruyucu Çinko Fosfat

Banyo Bileşimi

Koruyucu çinko fosfat banyoları birçok firmalarca özel ticari adlar altında yurt içinde üretilerek pazarlanmaktadır. Hangi firma ürünü alınmış ise ilgili kullanım evreleri de istenmeli ve uygulanmalıdır.

Donanım

Tekneler ve banyo çözeltileriyle temas eden diğer kısımlar 316 kalite paslanmaz çelikten yapılırsa problem çıkmaz. Sıcak banyolar için tekne çevresinde emiciler olmalıdır. Keza fosfatlama teknesi yakınında bakım için bir yedek tekne ile pompa ve filtre düzeni de bulundurulmalıdır.

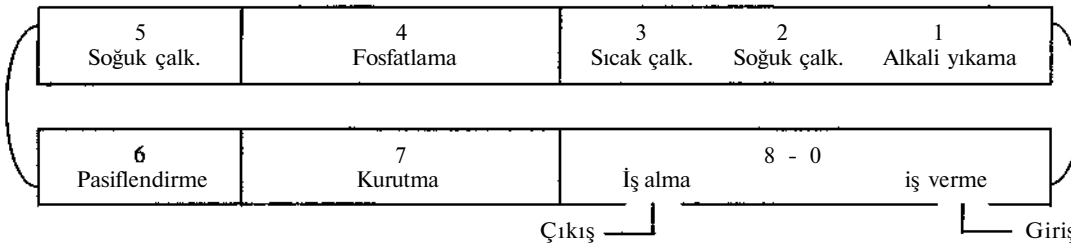
İçi çukur parçaların fosfatlanması için iş parçalarının yüklendiği kasalar dönerli olmalı, motorlar kapalı tip, şebeke enerjisi de 42 volt olarak kullanılmalıdır.

Çalışma

Bir fosfatlama tesisi ve işlemleri aşağıdaki banyolardan oluşur:

- Sıcak alkali yıkama, yağ ve hafif pasları almayı amaçlar.
- Çalkalama, soğuk, tesisat suyu ile yapılır.
- Çalkalama, sıcak su ile yapılır.
- Fosfatlama, patent bileşim çözeltileriyle genelde 60-70°C sıcaklıkta yaklaşık 5-10 dakikada tamamlanır.
- Çalkalama, tesisat suyu ile yapılır.
- Pasiflendirme, kromik ve fosforik asit katılmış, pH = 2-4 olan banyoda 1-2 dakika tutularak yapılır.
- Kurutma, sıcak hava ile yapılır.

Bir fosfatlama tesisin şeması Şekil-3- de görülmektedir.



Şekil.3- Tipik bir fosfatlama tesisi akış şeması

YÜZEY İŞLEMLERİ

Düşük alaşımli çeliklere tavsiye edilen çinko fosfatlama yöntemi ile yüzeyler gri-siyah, mat ve üniform görünüme kavuşur.

DİN 50942, TT-C-490 Tip 1 ve MIL-P-50002 bu tür fosfatlama ile ilgili standartlar olup belirli nitelikleri öngörürler.

Çelik deney levhaları ile fosfatlama banyoları kontrolünde, belirli şartlarda en az 32 mg / dm² lik bir tabaka sağlanmalıdır (3-5 µ).

Kullanıldıkça niteliklerini yitiren banyolar, imalatçı firma tavsiyelerine göre katkılarla yenilenir. Dökülmesi gereken banyolar için de aynı yol izlenir.

Çekme fosfatı

Koruyucu fosfata benzer, farkı banyo bileşimine çinko nitrat girmesi ve çalışma sıcaklığının 95°C nin üstünde olmasıdır.

Çekme fosfatlı yüzeylerin korozyon direnci fazla olmamakla birlikte 10-15 mikronluk kristal tabakası kalınlığı derin çekmede kullanılan yağ ve özel katı yağlayıcılar için tutuculuk özünü görerek bu gibi maddelerin çekme, haddeme ya da fişkırtma işleminde ortamda kalmasını sağlar, mekanik işlemleri kolaylaştırır, malzeme tahribatını önler ve takım ömrünü artırır.

Özel katı yağlayıcı olarak derişik sabun çözeltisi kullanılır. Bu banyoya daldırılmış olan çekme fosfatı parçalar kurutulularak mekanik işleme verilir. Bazı patent bileşimler de daha iyi sonuçlar vermektedir (Bonderlube-234 gibi).

Alüminyum malzemeye de çekme fosfatı uygulanmaktadır. Dekoratif görünüm, baskı ya da çekme işlemleri için aşağıdaki banyo kullanılır :

Amonyum primer fosfat	0/0	61,7
Amonyum hidrofluorür	0/0	22,9
Potasyum dikromat	0/0	15,4

Hazırlanacak banyonun her 100 litresi için bu karışımdan 10-15 l alınır, işlem ya da çalışma şartları :

Banyo sıcaklığı	47-48°C,
Süre	1-5 dakika. Kurutma sıcak hava ile.

Alüminyumun fosfatlanmasında da yüzeylerin temiz ve gerekli işlemlerden geçmesi sağlanır.

Mangan Esaslı Fosfatlama

Çelik parçalara yalnız daldırma yöntemi ile uygulanan, malzeme yüzeyine mat, siyah bir dekoratif görünüm kazandıran, ayrıca korozyon direnci de sağlayan bir kimyasal dönüşüm işlemidir.

Fosfatlanan yüzeyler dayanım amacıyla daha sora 0/0 25 lik, 70°C deki bor yağı emülsiyonu ile ya da vernik ile işlem görür.

Bileşimler ve banyo donanımları çinko fosfatlamadakine benzer. Ancak banyo bileşiminde çinko yerine mangan iyonu vardır. Çalışma sıcaklığı da 95°C dolayındadır. Kromat pasiflendirme işlemi de uygulanmaz, ince kristalli tabaka daha değerlidir, istenilen kalınlık işlem zamanının uzatılmasıyla 320 mg / dm² ye kadar sağlanabilir. Mangan fosfat tabakası kısa süreler için 300°C ye kadar dayanabilir.

Mangan esaslı fosfatlamada kalite ve istekler MIL-P-16232 ve DİN 50942 de tanımlanmıştır. TT-C-490 da da bazı bilgiler vardır.

Oksalatlama

Paslanmaz çelik yüzeylerin boya, lak tutmasını sağlamak ya da bu yüzelere mat, sarımsı bir görünüm vermek için uygulanan kimyasal dönüşüm işlemidir. Banyo bileşimi ve şartlar aşağıdaki gibidir :

Banyo Bileşimi	0/0 10-20 oksalik asit çözeltisi
Banyo Sıcaklığı	55-60°C,
İşlem Süresi	5-10 dakika

YÜZEY İŞLEMLERİ

Banyodan çıkarılan oksalatlanmış ve yıkanmış parçaların 120°C, de kurutulmasıyla işlem tamamlanır. Oksalatlanacak malzeme cinsine göre bileşim ya da şartlar az çok değişebilir.

Oksit-Kromat Pasiflendirme

Bazı metallerin yüzeylerine doğrudan doğruya, bazı metallerde de fosfat, eloksal, elektrolitik kaplama işlemlerinden sonra uygulanan bir kimyasal dönüşüm işlemidir. Çelik (fosfatlamadan sonra), alüminyum, çinko, kadmiyum, pirinç ve diğer bazı metaller kromik asit, bikromat, bazen de başka kimyasalları içeren çözeltilerde belirli bir süre tutulduğunda ince bir oksit-kromat filmiyle kaplanırlar. Bu film renksiz, hafif sarımsı, menevişli görünümlü (sarı-yeşil-kırmızı), zeytin yeşili gibi renklerde, suda çok az çözünen ve ana metale korozyon direnci veren özelliklerdedir. Bu şekilde işlem görmüş yüzeylere çok iyi baskı ve markalama yapılabilir. Böyle yüzeyler aynı zamanda boyayı da iyi tutar.

Oksit-kromat pasiflendirme banyolarının uygulaması çok kolaydır. Genelde oda sıcaklığında, nadiren de kaynar dercelere yakın çalışılır. Kromat pasiflendirme banyoları uzman kuruluşlardan alınacağı gibi aşağıda örnekleri verildiği üzere atelyelerde de hazırlanabilir.

Fosfat Üzerine Oksit-Kromat

Orto fosforik asit + kromik asit, 1/1 oranında karıştırılır, 1 kısım karışım 1000 kısım su ile seyreltilir, pH = 2-4 olmalıdır. Uygulama 3-5 dakika, kurutma sıcak hava ile yapılmalıdır.

Aynı amaç için bir başka formül :

Sodyum bikromat	116 g/100 ml su
Orto fosforik asit	48 g/100 ml su

Uygulama 70-80°C banyo sıcaklığı, süre 3-5 dakika, kurutma sıcak hava ile yapılmalıdır.

Çinko, Kadmiyum ve Pirinç Yüzeyler için

Kromik asit	97 g
Sülfürik asit	1 g
Su	toplam 1 litreye tamamlayacak kadar.

Uygulama oda sıcaklığında 1-2 dakikada yapılır, kurutmada sıcak hava kullanılmalıdır.

Paslanmaz Çelik İçin Pasiflendirme

Aşağıda gösterilen banyo bileşimi ve şartlarda yapılır :

Nitrik asit, d = 1,42	0/0 20 (hacim oranında)
Sodyum bikromat	0/0 2 (ağırlık oranında)
Su	kalanı

Uygulama, iş parçaları 50-52°C deki banyoda 1/2 saat tutulur, sonra çıkarılarak suyla çalkalanır ve kurutulur.

Alüminyum ve Alaşımları için Pasiflendirme

MIL-C-5541 ve ASTM B 449 Standard isteklerini karşılayan işlem banyosu ve şartları aşağıda gösterilmiştir:

Sodyum bikromat	7,5 g
Sodyum florid	1 g
Potasyum ferrisiyanür	5 g
Nitrik asit, 48 BÉ	3 ml
Su	litraya tamamlanacak kadar.

Uygulama, iş parçaları 16-55°C deki banyoda 8-10 saniye kadar tutulur, çıkarılarak yıkanır ve sıcak hava ile kurutulur.

Eloksallı Alüminyum Parçaların Pasiflendirilmesi

İş parçaları 80-90°C deki sodyum bikromat (50 g/l derişimde) banyosunda 30 dakika kadar tutulur. Çıkarılarak yıkanır ve sıcak havada kurutulur.

YÜZEY İŞLEMLERİ

Metallerin Kimyasal Renklendirilmeleri

Birçok metal ya da alaşımlarının özel bileşimli, kimyasal banyolarda renklendirilmeleri mümkün olmakla birlikte bu renklendirmelerin kalite ve uygulama açısından sınırlı kalmıştır. Bu renklendirmeleri önemlileri aşağıda gösterilmiştir :

Çelik Parçaların Siyah Oksit İşlemi, (Brünürleme)

Çok iyi temizlenmiş çelik parçalar 142-148°C deki bileşimi aşağıda verilen banyoda 10-15 dakika tutulur, çıkarılarak yıkanır ve kurutulursa siyah, yan parlak bir görünüm alır.

Banyo bileşimi :	
Sodyum hidroksit	600 k
Sodyum nitrat	25 k
Sodyum nitrit	25 k
Su	1000 k

Çelik parçalar, brünür dışında mangan fosfat, elektrolitik siyah nikel (ya dakrom) gibi proseslerle de siyah renklendirilebilmektedir. Bu renklendirmeler brünürden daha dirençlidir.

Alüminyum parçaların renklendirilmesi

Değişik yollarla alüminyum yüzeyler renklendirilebilirlerse de pek verimli olmamaktadır. Ancak eloksal kaplama sonunda özel eloksal boya işlemleriyle kararlı her renge ulaşılmaktadır.

5. ELEKTROLİTİK DÖNÜŞÜM İŞLEMLERİ

Eioksal İşlemi

Alüminyum yüzeylerin bazı banyolarda anot olarak asılması ve anodik oksitlenme sonucu bu yüzeylerin ince alüminyum oksit kristalleri ile kaplanması Eloksal işleminin aslını oluşturur. Bu işlem sonunda :

- Malzemenin korozyon direnci artar,
- Eloksallı yüzey çok iyi boya tutar, baskı ve markalama kabul eder,
- Yüzey yalıtkan hale gelir,
- Sert eloksal tipinde yüzey çok büyük değerlerde sertlik kazanır (Re 63 kadar)

Donanım : Eloksal tesisinde tekneler, ekonomik olarak çelik sac ve içi kısmı PVC kaplı olarak imal edilir. Sülfürik asitli banyolarda tekne malzemesi 0/0 2-6 antimon içeren kurşun olursa en az 10 yıl (4-5 mm kalınlıkta) dayanabilir. Bu durumda kurşun için bir de takviye teknesi gerekir.

Katotlar: Bazan teknenin kendisi (fazlası maskelenerek), bazen de kurşun levha kullanılır.

Karıştırma: Kromik asitlerde hava ile yapılır. Sülfürik asitlerde, özellikle sert eloksalda soğutma düzeni uygulanması da gereklidir

Bütün tekneler ve diğer donanım elektriksel bakımdan yalıtılmalıdır.

Akım yoğunluğu ve voltaj bağıntısı kaliteyi doğrudan etkilediğinden belirli değerlerde çalışmada yarar vardır (Bak. Çizelge.3).

Çizelge.3- Eloksal Uygulamalarında Akım Yoğunluğu ve Volttaj

Proses	Akım yoğunluğu	Voltaj
Sülfürik asit	0,7 - 2,5	24
Kromik asit	0,1 - 0,3	42
Sert eloksa	1 2,7 - 3,7	100

Maskeleme malzemesi olarak PVC esaslı yapışkan bantlar yeterlidir. Yine asitten etkilenmeyen, sonradan soyulabilen boyalar da aynı amaç için kullanılabilir.

Askılar : Akımı taşıyabilecek, verimi düşürmeyecek ve prosese zararlı olmayacak nitelikte alüminyum ya da daha iyisi titan malzemedir seçilmelidir. Alüminyum daha ucuzdur fakat kontak yerlerinin sık sık temizlenmesi gerekir. Alüminyum için 3003 ya da 6061 numaralı alaşımlar kullanılmalıdır. Kontak yerleri dışındaki yüzeyler poliüretan, PVC ya da epoksi lakları ile kaplanmış olmalıdır.

YÜZEY İŞLEMLERİ

Eloksal prosesleri, Banyoları ve Çalışma Şartları

Günümüzde, çoğu alüminyum malzemeye olmak üzere uygulanan prosesler sülfürik asit, kromik asit ve sert eloksal tipleridir. İlk ikisinde 8-10 mikronluk ince bir tabaka, sonucunda ise kalın (50-200 mikron) ve sert bir tabaka öngörülür. Sert eloksal sülfürik ve oksalik asitle uygulanabilir. Bütün proseslerde alışlagelen yüzey temizliği yapılır. Ancak bakırlı alüminyum alaşımı için ayrıca nitrik asitli temizleme, hem bakır hem de silisyum bir alaşım için 3 kısım nitrik asit, 1 kısım hidrofluorik asitten oluşan karışımın 0/0 10-15 lik çözeltisiyle yıkanmalıdır.

Sülfürik Asit Prosesi: Proseste kullanılacak asitli banyoda 165-200 g /1 asit bulunmalıdır. Alüminyum 20 g/ den az olmalıdır. Diğer şartlar Çizelge.4 e göredir.

Çizelge.4- Eloksal Prosesleri için Banyo Bileşimleri ve Çalışma Şartları

Bileşenler ve şartlar g/l	Sülfürik asit	Kromik asit	Sert Eloksal	
			I	II
Sülfürik asit	165-200	...	120-130	120
Kromik asit	...	39.3	—	—
Oksalik asit	—	—	12-20	10
pH	...	0,5-1	—	—
Sıcaklık, °C	20-22	32-34	0 2	10
Akım yoğunluğu, A/dm ²	1,3-1,5 (5V-15V-5V) (*)	0,1	2,7-3,7 (40-60V) (*)	28 (10-75V) (*)

(*) : Kademeli voltaj uygulaması

(**) : 25-50 mikron kalınlık için süre 20-40 dakikadır.

Sülfürik asitli eloksalda işlem sırası aşağıda verilmiştir :

- Yağ alma, buharla
- Alkali temizleme
- Çalkalama
- Siyahlık alma, nitrik asit, hidrofluorik asitle
- Çalkalama
- Eloksal, Çizelge.4 e göre
- Boyama, (istendiğinde uygulanır). 0/0 0,1 lik kaynar boya çözeltisine göre
- Çalkalama
- Gözenek kapatma (boyama olmadığında uygulanır), pH = 4-6 olan asitli su ile, kaynar derece yakınında 5 dakika.
- Hava ile kurutma, en çok 106°C de.

Eloksal kaplama kalınlığı kapalı yerler için 10 mikron, açık hava şartları için 20 mikron öngörülmektedir.

Kusurlu kaplama ya da herhangi bir eloksallı yüzeyin eloksaldan arındırılması için parçalar 15 g sodyum siyanür, 15 g sodyum hidroksit in 1 l sudaki çözeltisine daldırılır, kalınlık durumuna göre süre ayarlanır.

Eloksallı yüzeyin boyanmasının giderilmesi için de parçalar 50-100 g fosforik asit, 50 g sodyum bikarbonat (ya da 30 g kromik asit) in 1 l sudaki çözeltisine daldırılarak 3-5 dakika kaynatılır, çıkarılarak yıkanır.

Ser/ Eloksal Prosesi: Benzer tesisat ve malzemeler kullanılır. Kaplama özelliği açık griden koyu gri-siyaha varan rengi ve çok sert oluşudur. Yüzey büyük bir aşınma direnci kazanır. Zamana göre kaplama kalınlıkları aşağıda verilmiştir.

- 30 dakikada 15 mikron,
- 60 dakikada 34 mikron,
- 90 dakikada 50 mikron,
- 240 dakikada 150 mikron,

YÜZEY İŞLEMLERİ

Sert eloksalın diğerinden olan önemli bir işlem farkı da çok soğuk banyolarla çalışılmasıdır. Bunun için de banyoya kaupe bir soğutma ünitesi gereklidir.

Eloksal işlem Standartları

İnce anodik kaplama kalınlığı ölçülmesi, tahribatsız.....	TS 1322
Anodik kaplamanın parlaklık yansımaları.....	"!!!!" "!!" "!!!!" "!!" TS 1627
Anodik kaplama yalıtkanlığının tayini.....	!Ü!TS 2393
Sert eloksal kaplama.....	AMS 2569
Eloksal kaplama.....	ZZZZ. MIL-A-8625
Eloksal kaplama.....	MIL-A-63576
Sert eloksal kaplama.....	MIL-C-60536

Elektrolitik Parlatma

Elektrolitik parlatma, bir alkali ya da asitli banyoya anot olarak asılan iş parçalarının uygun bir akım yoğunluğu kullanılarak metal yüzeylerinin parlatılması işlemidir. Hemen her metal için olmakla birlikte daha çok alüminyum, bakır ve alaşımları ve çelik için yaygın uygulanmaktadır.

Donanım : Herhangi bir elektrolitik kaplama donanımı gibidir, ancak asitli ya da alkali sistem seçildiğinde donanım da buna göre olur.

Katodlar karbon, paslanmaz çelik, bakır ya da kurşun olabilir.

Güç Kaynağı: 9-24 V luk, 16-55 A/dm² akım oğunluğu sağlayacak nitelikte olmalıdır.

Karıştırma : Şarttır ve mekanik olarak yapılır.

Isıtmaya da Soğutmaya : Çalışma sıcaklığı toleransı (1-2)oC dir. Isıtıcı ya da soğutucu serpantinler asit ya da alkaliye dayanıklı olmalıdır. Karbon ya da kuvars gövdeli ısıtıcılar çok uygundur.

Havalandırma : Gerekli olup klasik tarzda yapılır.

Banyo Bileşimleri ve Çalışma Şartları : Yüzey hazırlığı ve temizliği yapılan malzemeler Çizelge.5 de ki banyodan geçirilerek parlatılırlar.

Çizelge.5- Bazı Metallerin Elektrolitik Parlatılmalarında Banyo Bileşimleri ve Çalışma Şartları

Bileşenler, 0/0 Ağ. ve çalışma şartları	Alüminyum		Bakır ve alaşımları	Paslanmaz Çelik	
	I	II		I	II
Sülfürik asit	—	4-45	14	41	---
Fosforik asit	—	40-80	59	45	56
Fluoborik asit	2,5	—	—	14	---
Kromikasit	—	0,2-9	0,5	—	12
Metal iyonu (+3)	—	6 ençok	---	---	---
Akım yoğ. A/dm ²	1,1-1,2	2,7-12	11-107	22-37	11-107
Voltaj, V	15-30	7-15	---	---	---
Sıcaklık, °C	29	72-92	16-76	76-108	27-78
Süre, dakika	5-10	0,5-5	---	---	---
Karıştırma	Yok	Mekanik	---	---	---

İşlemden çıkan parçalar gerekirse 0/0 1-3 oranında sülfürik, fosforik ve kromik asit içeren pusluluk alma banyosuna daldırılarak 30 saniye kadar tutulur. Banyo sıcaklığı 75-80°C olmalıdır.

6. BOYALAR VE BOYAMA TEKNOLOJİSİ

Boyalar eşyanın görünümünü güzelleştirmek, çevre etkileriyle korozyonunu önlemek ya da daha başka özel amaçlar için ince bir tabaka halinde uygulanan bir dispersiyon karışımıdır.

Geçmişte doğal maddelerden deneyim yoluyla elde edilen boyalar günümüzde büyük değişimler ve gelişmelere uğramıştır. Özellikle kimya sanayinin gelişmesiyle boya bileşimine giren ve onun kalitesini çok yükselten birçok madde sentez edilmiştir.

YÜZEY İŞLEMLERİ

Bileşim itibariyle genelde "taşıyıcı (bağlayıcı), çözücü, pigment ve diğer bazı katkı maddeleri"nden ibaret olan boyalar eşya üzerine ince bir tabaka halinde uygulandıktan bir süre sonra çözücünün uçması, reçinenin kuruması ve kür olması sonucu yüzeyde sert ve koruyucu bir film haline geçer.

Kullanım amacı ve niteliklerine göre imal edilen boyalar büyük bir çeşitlilik gösterirler. Bunların başlıcaları aşağıda verilmiştir :

Yağlı Boyalar

Bileşimindeki ana reçine kuruyan yağlardan keten yağı (Bezir yağı) dır. Bazen kaliteyi iyileştirmek ya da ucuzlatmak için başka yağlar da bileşime girer. Herhangi bir renk verici pigment, çözücü olarak da nef t ya da White Spirit kullanılır. Kuruma zamanı 8-10 saat kadar olup madeni veya ahşap eşya üzerine vurulabilir.

Sentetik Boyalar

Bileşimlerinde alkid, üre tan, epoksi, akrilik v.b. sentetik reçineler bulunan, gereğinde fırınlanarak ta çok çabuk kurutulan değerli sanayi boyalarıdır. Fırça ya da tabanca ile atılabilir. Tabanca ile atıldığında nispeten daha fazla inceltilmesi (seyreltilmesi) gerekir. Bu tür boyaların inceltilmesinde sentetik tiner kullanılırsa da en iyisi imalatçı firmanın tavsiye ettiği tiner kullanılmalıdır.

Fırın Boyalar

Bu boyalar genelde 120-160°C aralığında fırınlanmayı gerektiren, ancak bu şartlarda kür olan boyalardır. Üre-formaldehit, melamin, formaldehit, fenolik, epoksi gibi reçineler ihtiva ederler. Bu tür boyalar kalite ve korozyon direnci bakımından diğerlerinden üstündür.

Plastik Boyalar

Reçinesi polivinil asetat olup suda çözünür. Arzu edilen rengi sağlamak üzere uygun bir pigment, pigmentin ıslanarak dağılması için az miktar yüzey aktif madde, zamanla bozulmayı önlemek için antiseptik maddeler katılır. Plastik badana boyası da denen bu boyalar su ile inceltilerek rulo, fırça ya da basınçlı püskürtücülerle uygulanabilirler.

Wash Primer Boyalar

Polivinil butiral reçineli olup çinko kromat ve (özel incelticisinde) fosfat asiti içerir. Astar boya olarak kullanılır. Ancak diğer astar boyalardan olan önemli farkı yüzeyi dağlayarak yapışmasıdır. Soy olmayan metaller üzerindeki kurumasını tamamlamış bir boya tabakası çakı ile dahi zor kazınır. Kısacası Wash Primer astar boyası basit bir fiziksel adhezyon yapışması şeklinde değil, yüzeyle kimyasal bileşim vererek, adeta yüzeyle bütünleşerek çok kuvvetli bir yapışma arzeder.

Piyasada iki bileşenli olarak satılan Wash Primer astar boya, kullanılmadan önce imalatçı firma tavsiyesinde belirtildiği oranda karıştırılır ve birkaç saat içinde kullanılır. İhtiyaçtan fazla karışım yapılırsa fazlası jelleşerek kullanım dışı kalır.

Selülozik Boyalar

Bu tür boyaların bağlayıcıları selöloz nitrattır. Ancak yapışmayı sağlamak, esnekliği ve dayanımı arttırmak için çok defa alkid reçinesi de ilave edilmektedir. Ayrıca kaliteyi artırıcı başka maddeler de boya bileşimine girer.

Selülozik boyaların açık hava şartlarına dayanıklılığı sınırlıdır. Nitekim son zamanlarda, özellikle otomotiv sanayinde terkedilmek durumundadır.

Selülozik boyalar çabuk kurur. Bundan ötürü de fırça ile değil tabanca ile uygulanması gereklidir.

Klor Kauçuklu Boyalar

Bu boyalarda ana bağlayıcı, asit ve alkalilere dirençli olan klor kauçuktur, kaliteyi iyileştirmek için bazı katkı maddeleri de boya bileşimine girmektedir.

Klor kauçuklu boyalar, asit ve alkalilere olduğu kadar benzine, suya, alkole, gazlara ve daha birçok kimyasal maddelere karşı dirençlidir.

Zehirli Boyalar

Özellikle deniz suyu mikro organizmalarının deniz araçlarını tahrip etmemesi için karinalara sürülmek amacıyla geliştirilmiş boya türüdür. Ancak alüminyum gibi teknelere sürülenlerin bileşiminde bakır tuzu bulunmamalıdır.

Elektrostatik Toz Boyalar

Çok çeşitleri olmasına rağmen yaygın olan türleri epoksi ve poliester reçineleriyle hazırlananlardır.

YÜZEY İŞLEMLERİ

Sistemin en basit birimi özel el tabancasıdır. Küçük kapasiteli tesislerde uygulanan yöntemde bir doğru akım jeneratörü elektrik akımı özel kablolarla tabancaya gelir. Tabanca içindeki levhalar bu akımla 90-100kV gücünde statik elektrikle yüklenir. Şarj levhaları önünde bulunan plastik tozlar (toz boya) da aynı güçle yükleneceklerinden birbirlerini iterek tabanca ağzından dışarı püskürürler. Bazı özel hallerde hafif bir hava akımı ya da santrifüj hareketiyle taneciklerin püskürtülmesi kolaylaşır.

Kaplanacak temiz iş parçası topraklanmış olduğundan (+) yük altındadır. (-) yüklenmiş plastik tanecikler iş parçası yüzeyine çekilir ve ergime derecesinin biraz yukarısına kadar ısıtılmış iş parçaları yüzeyinde ergiyip birleşerek bir tabaka oluştururlar. Bazen ikinci bir ısıtma ile tabaka iyileştirilir.

Diğer Astar Boyalar

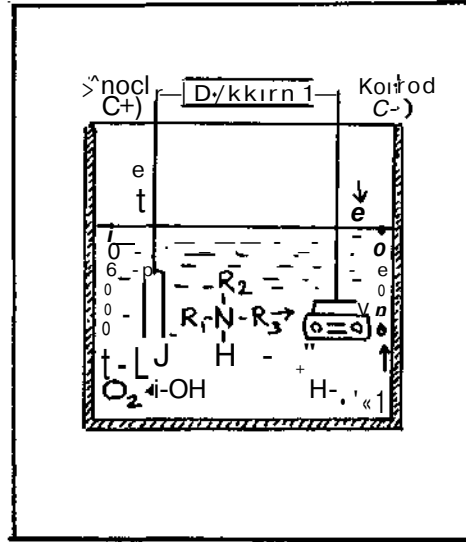
Sülyen astar oldukça değerlidir. Zira Pb3O4 bileşimindeki kurşun oksit tane yapısı yassımsı olduğundan yüzeyi örtme ve koruma niteliği yüksektir. Dezavantajı ise pahalı oluşudur.

Çinko kromat astar da çok kullanılan, fiyat ve kalite yönüyle ortalarda bir üründür.

Demir oksitli astar, Fe2O3 bileşimindeki kırmızı (kiremit kırmızısı) demir oksit içerir. Son zamanlarda yaygın kullanılan ekonomik bir astar boyadır.

Elektroforez Boyalar

Bileşiminde anyonik ya da katyonik kimyasal maddeler bulunur. İş parçası katoda asılarak adeta bir elektrolitik kaplama yapılı gibi işleme tabi tutulur. Akım uygulanması ile boya parçacıkları temizlenmiş iş parçaları üzerinde bir tabaka oluşturacak şekilde toplanır. Daha sonra finnlanan boya kür olarak kaliteli ve güzel bir görünüm orataya koyar (Bak. Şekil.4).



Şekil.4- Elektroforez boyanın uygulama şeması

Boyama Teknolojisi

İyi bir boyama şu esaslara uymakla sağlanabilir:

- Yüzeyin doğru hazırlanması,
- Uygun bir boya sisteminin seçilmesi,
- Uygun alet, cihaz ve teknikle doğru uygulama

Şimdi bu maddeleri biraz daha açıklayalım :

Yüzeyin doğru hazırlanması

Boyanın uygulandığı yüzeye yapışması çok önemlidir. Bunun için de :

YÜZEY İŞLEMLERİ

- Boya sürülen yerin altı sağlam olmalıdır. Aksi halde boyanın kuruması sırasında ortaya çıkan kuvvetler karşısında boya yapışmasını kaybedip kalker,
- Boya sürülen yüzey temiz olmalıdır,
- Yüzey düzgün olmalıdır. Boya sürüldüğü yüzeydeki girinti ve çıkıntıları aynen gösterir. Bu nedenle yüzeyler macun, astar, zımpara ile yeterli derecede düzgün hale getirilmelidir. Çok emici yüzeyler boyadan önce uygun bir malzeme ile doyurulmalıdır. Keza çoğu kez çıplak metale boya vurulmaz. Çelik parçalar için fosfatlama, alüminyum için eloksal kaplama ya da pasiflendirme, çinko, bakır ve alaşımları, işlemlerden geçtikten sonra bu parçalar boyanmalıdır.

Uygun Boya Sisteminin Seçilmesi:

- Yüzey boyalı ise gerekli temizlik ve düzeltmelerden sonra yine aynı cins boyal seçimi ve uygulaması yapılmalıdır.
- Çıplak metalik yüzeyler için uygun astar, macun son kat seçimi ve uygulanması gerekir.
- İçeride ya da dışarıda kullanım, korozif ortamda ya da özel amaçlarla kullanımda uygun boya sistemi seçilmelidir.

Uygun Alet, Cihaz ve Teknikle Doğru Uygulama

- Boya tabakası kalınlığının her yerde aynı olması, pütürlü olması, akıntısız ve homojen görünümlü olması için yeteri şekilde inceltilmeli, inceltmede uygun tiner kullanılmalı, kaliteli fırça ile (selülozik dışında) ya da tabanca ile uygulanmalıdır.

Boyama işleminin yapılacağı yer temiz, tozsuz, nemsiz ve uygun sıcaklıkta olmalıdır. Nem değerinin 0/0 65in altında, hava sıcaklığının da 16-32°C de olması tercih edilmelidir.

Boyamada kullanılacak donanım ve malzeme temiz olmalı, boya işinde çalışanlar koruyucu eşya kullanılmalıdır.

Boyamada kalınlıklar genelde aşağıdaki gibidir:

Astar boyalar	15-20 mikron,
Surfacer (dolgu boya)	20-30 mikron
Son kat boyalar	20-30 mikron (bir ya da iki kat).

7. DİĞER TABAKA UYGULAMALARI

Vernikleme

Boyama gibidir. Korozyon direnci ve dekoratif görünüm sağlar. Çelik için en uygunu epoksi esaslı olanıdır. Bundan başka değişik metal vernikleri vardır.

Plastik Kaplama

Toz boya uygulaması, daldırma kaplama ve toz bulutu-ısl yöntem gibi uygulama çeşitleri vardır, korozyon direnci ve dekoratif görünüm sağlar. Yalıtkanlık ta kazandırılan diğer önemli bir özelliğidir.

Emaye Kaplama

Genelde çelik sac üzerine uygulanan, dekoratif görünüm / ve ısl korozyon direnci sağlayan bir yöntemdir. Birçok kimya düzenekleri de yapılmaktadır.

Seramik Kaplama

Başta uzay ve havacılık alanı olmak üzere birçok ileri teknoloji uygulamalarına giren seramik kaplama, çok yüksek ısl direnç ve aşınma dayanımı sağlayan oldukça yeni bir kaplama yöntemidir.

Daldırma Metal Kaplama

Daha çok çelik parçalara ve sac malzemeye kalay, çinko gibi kolay ergiyen ve korozyon direnci sağlayan metallerin eriyiğine daldırılarak yapılan kaplamalardır.

Püskürtme Metal Kaplama

Yine kolay eriyen alüminyum, çinko gibi malzeme tellerinin özel bir tabanca kullanılarak metal yüzeylere püskürtülmesi suretiyle yapılan kaplamadır. Ana malzeme bunda da korozyon direncine kavuşur.

YÜZEY İŞLEMLERİ

K

Vakum Metalize Kaplama

Bir kabinde, düşük basınçta ergitilen metalin yaydığı buharların iş parçaları üzerinde yoğunlaşması ve bir metal tabakası oluşturmalarıdır. Çinko, kadmiyum ve çinko gibi metaller kullanılarak kum püskürtülmüş (zımpara tozu) ve temizlenmiş çelik ve diğer metallerden yapılmış parçalar bu yöntemle kaplanarak korozyon direncine, plastik folyolar da dekoratif görünüme kavuşturulmaktadır.

8. ELEKTROLİTİK (ELEKTRO) METAL KAPLAMA

Tanımlama

Bir elektroliz ünitesinde doğru akım kullanılarak, (-) kutba, yani katoda asılan iş parçasının (+) kutup ya da anod malzemesi ile belirli bir tabaka kalınlığında kaplanmasıdır. Olayda anotta yükseltgenme dolayısıyla sıfır değerli metal pozitif yüklü iyonlar halinde çözünür. Katoda ise bu iyonlar indirgenerek iş parçaları üzerine; ince bir metal tabaka halinde kaplanırlar. Kaplamanın kalitesi ve kalınlığı uygulanan akım yoğunluğuna, banyo bileşimine, sıcaklığa ve zamana bağlı olarak değişir.

Değişik metal iyonları şartları aynı olsa da katotta farklı miktarlarda toplanırlar. "BİRİKİM GÜCÜ" denilen bu olay bakır, gümüş gibi metallerde diğerlerine göre daha yüksektir.

Elektro kaplamada önemli etkenlerden biri elektrik akımıdır. Bir ekvivalent-gram metalin ayrılması için 96500 kulonluk akım miktara ihtiyaç vardır. Bu değer 3600 saniyeye oranlanırsa :

$\frac{96500}{3600} = 26,8$ amper-saat lik enerjiye karşılık olur. Bu kadar enerji ile bazı metallerin ayrılması ekvivalent miktarları aşağıda gösterilmiştir.

Bakır	31,78 g
Çinko	32,69 g
Gümüş	107,88 g. vb.

Elektro kaplama aşağıdaki amaçlarla yapılmaktadır :

- Dekoratif görünüm,
- Korozyon direnci,
- Mekanik dayanım (aşınma dayanımı, sertlik),
- Ölçüden düşmüş parçaların kurtarılması,
- Malzemeye lehimlenebilme, iletkenlik artışı, ışık ya da ısı absorpsiyonu gibi özellikler kazandırmak, (bazen de birkaçını).

Elektro kaplama kullanılan donanıma göre üç tarzda yapılır :

- Statik tekne kaplaması,
- Tamburla kaplama,
- Otomatik sistemde kaplama.

Bunlardan ilki az yatırım isteyen, iş hacmi düşük ve orta boyutlarda olduğunda, ikincisi, parçaların küçük ve çok sayıda olduğunda, sonuncusu da parçaların orta büyüklükte ve çok sayıda olduğunda uygulanan sistemlerdir.

Tesis Kurma

Elektro tesisi kurulmasında üç ana ünitenin yapımı dikkate alınmalıdır :

- Asıl kaplama ünitesi, orta katta düşünülmelidir.
- İkmal ünitesi, üst katta bulunmalıdır. Bu ünite ile elle ya da otomatik olarak banyoların derişik çözeltilerle beslenmesi amaçlanır.
- Nötralizasyon ünitesi, çalışmalar sonucu atık sular ya da çözeltilerin zararsız hale getirilmesi amacıyla alt katta kurulması uygun olur.

Kaplama tesisi ayrıca yakın yerde, düzenli bir malzeme ambarına sahip olmalı, bu ambarda da kaplama tuzları ya da çözeltilerinin gerekli miktarda kullanımını sağlamak üzere ölçü aletleri bulundurulmalıdır.

Tekne Kaplaması

Yapılacak kaplamanın cinsi, iş hacmi ve diğer şartlara göre belirli niteliklere sahip bir teknede yapılan kaplamadır. Yardımcı ve ana donanımlar da sistemde istenen özelliklerde olmalıdır. Tekne ve donanımlar

YÜZEY İŞLEMLERİ

Çizelge.6 da verilmiştir. Konvansiyonel bir kaplama teknesi şeması da Şekil.5 de görülmektedir.

Çizelge.6- Kaplama Tekneleri, Malzeme ve Donanımları

Kaplama Türü	Banyo Türü	Tekne Malzemesi	Isıtıcı (*)	Filtre Malz.	Aspiratör Donanımı
Bakır	Sülfat	Lastik ya da Pb kaplı çelik	Pb	Paslanmaz Ç. ya da lastik kaplı Ç. süzgeç selülozik	istenmiyor
Bakır	Siyanür ya da Roşel	Ç. ya da Lastik kaplı Ç. ya da PVC	Ç.	Ç + sel. + Asbest	Ç-
Bakır	Yük. hızlı siyanür	Ç. ya da plastik kaplı Ç.	Ç-	Ç + sel. + Asbest	Ç.
Bakır	Pirofosfat	Lastik, tuğla kaplı Ç.	Duriron ya da karbon (*)	Paslanmaz Ç. ya da dök. dem. selülozik	istenmiyor
Bakır	Fluoborat	Lastik kaplı ç.	Duriron ya da karbon (**)	Lastik kaplı Ç ya da Duriron, selülozik	istenmiyor
Çinko	Siyanür	Ç. ya da lastik kaplı Ç.	Ç-	Ç. Sel. Asbest	Ç.
Çinko	Sülfat	Ç. ya da lastik kaplı Ç.	Pb.	Lastik, paslanmaz Ç. ya da duriron selülozik	istenmiyor
Kadmiyum	Siyanür	Ç. yada lastik kaplı Ç. PVC	Ç-	Gövde Ç. Süzg. selülozik	Ç.
Nikel	Watts (sülfat)	Kurşun, lastik ya da PVC kaplı Ç.	Pb. Paslanmaz Ç. ya da Duriron	Lastik kaplı Ç. ya da Duriron, sel.	istenmiyor
Nikel	Klorür	Lastik ya da PVC kaplı Ç.	Paslanmaz Ç. ya da Duriron	Lastik kaplı Ç. ya da Duriron, sel.	istenmiyor
Krom	Kromik Asit	Antimonlu kurşun, Asit tuğlalı Ç.	Pb.	Nadiren kullanılır	Ç.
Kalay	Stannat	Ç. ya da lastik PVC kaplı Ç.	Ç.	Ç. sel.	Ç. ya da istenmiyor
Kalay	Sülfat	Pb. ya da lastik kaplı Ç.	Paslanmaz Ç ya da Duriron	Lastik, Paslanmaz Ç. Duriron sel.	istenmiyor
Kalay	Fluoborat	Lastik kaplı ç.	Karbon, Duriron	Karbon, Duriron sel.	istenmiyor
Gümüş	Siyanür	Ç. ya da lastik PVC kaplı Ç.	Ç.	Ç. sel. Asbest	Ç.
Altın	Siyanür	PVC kaplı Ç., Emaye	Ç.	Ç. sel. Asbest	Ç-
Pirinç	Siyanür	Ç. ya da lastik kaplı Ç. ya da sert PVC	Ç.	Ç. sel. Asbest	Ç.

(*) : Fluoborat banyo için karbon kaplı. (**): 18 Si, 2 Ni, 5 Cr (Duriron).

Tekne kaplamasında kullanılacak güç kaynağının kapasitesi, gerekli akım yoğunluğunun iki katı olarak hesap edilmelidir. Örnek olarak, bir kaplama için A dm² yüzeye 150 amper saat gerekli ise güç kaynağı 300 amper saatlik olmalıdır.

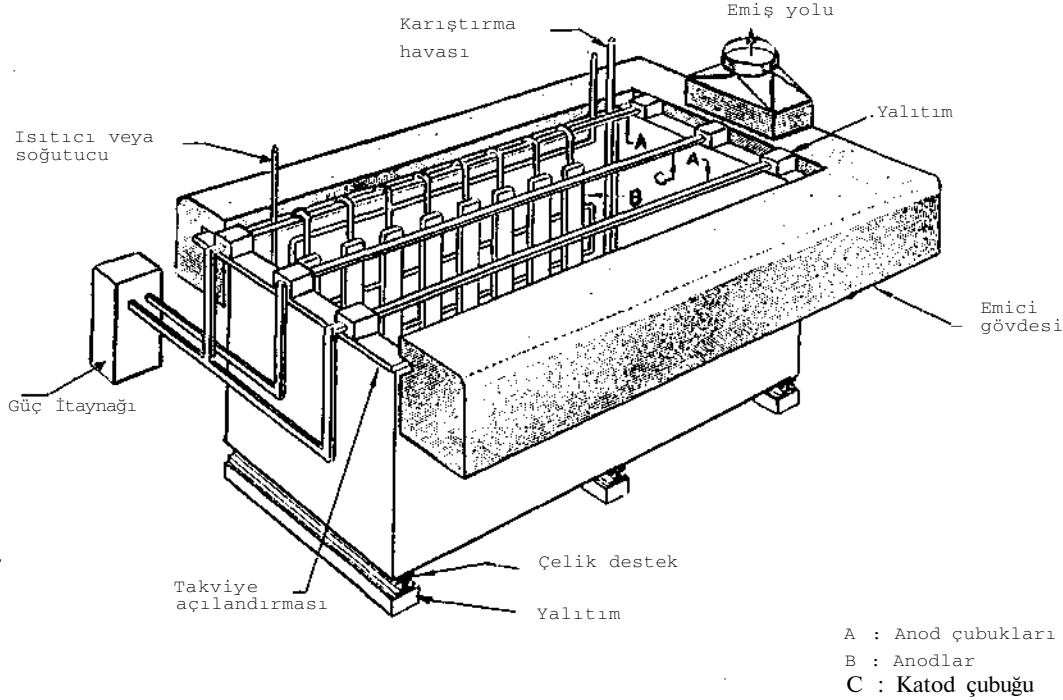
Kullanılacak pompanın nitelikleri de banyo çözeltisine dirençli malzemeden seçilir. Pratikte PVC plastiği çok defa yeterlidir. Keza, banyo çözeltisinin ıslahı için kaplama teknesi yakınına bir yedek tekne ya da depo kurulmalıdır.

Kaplamanın Yapılması : Kaplama türüne göre banyo çözeltisi hazırlanır, kaplanacak parçalar yüzey temizliği (*) yapılmış halde banyoya daldırılır, gerekirse daldırmadan önce kısmen maskeleme yapılır, uygun akım yoğunluğuyla tarif üzere kaplama yapılır.

(*) Bak. Elektrolitik Alkali Temizleme

YÜZEY İŞLEMLERİ

Kaplamanın yeterli nitelikte olduğunu anlamak için de kalite kontrolü gerekir. Kaplamanın kalınlığı, parlaklığı, sertliği, varsa diğer özellikleri öngörülen standartda belirtildiği şekilde tayin edilir.



Şekil.5- Bir elektroliz (kaplama) ünitesi

Tambur Kaplaması

Plastik kaplı, ya da plastikten yapılmış bir tambur içine banyo çözeltisi doldurularak sistem çalışma şartlarına getirilir. Sonra küçük iş parçaları da tambura yeteri kadar doldurularak akım verilir ve tambur düşük hızla dönmeye başlar.

Bazı hallerde de yatay durumda içinde parçalar olduğu halde bir teknedeki banyo çözeltisine tamburun kendisi daldırılır ve kaplama yapılır.

Otomatik Kaplama

Tesis maliyetinin yüksek oluşuna karşı çok yüksek kapasitede kaplama yapılabildiğinden birim kaplama maliyeti düşüktür.

Banyo bileşimleriyle kaplama aksesuarı tekne kaplamasındaki gibidir.

Otomatik kaplamada, banyo çözeltisindeki iyonlar hızla tüketildiğinden iyon beslemesi de otomatik yapılmalı ve iyon konsantrasyonu sabit tutulmalıdır. Keza atık suların nötralizasyonunda da aynı usul uygulanmalıdır.

Uyarılar

- *Kaplama kalınlığı:* Amaca ve seçilen kaplama türüne göre değişir. Kalınlık, dekoratif amaçlı altın, parlak krom gibi kaplamalarda 1-2 mikron olurken sanayi amaçlılarda (kadmium gibi) 8-10, sert krom kaplamada 300-400 mikron uygulanmaktadır.

- *Kaplama sistemi:* Çok defa tek bir kaplama yeterli olursa da özellikle dış ortamda kullanılacak parçalar için üçlü, bazen de ikili kaplama sistemleri uygulanmaktadır.

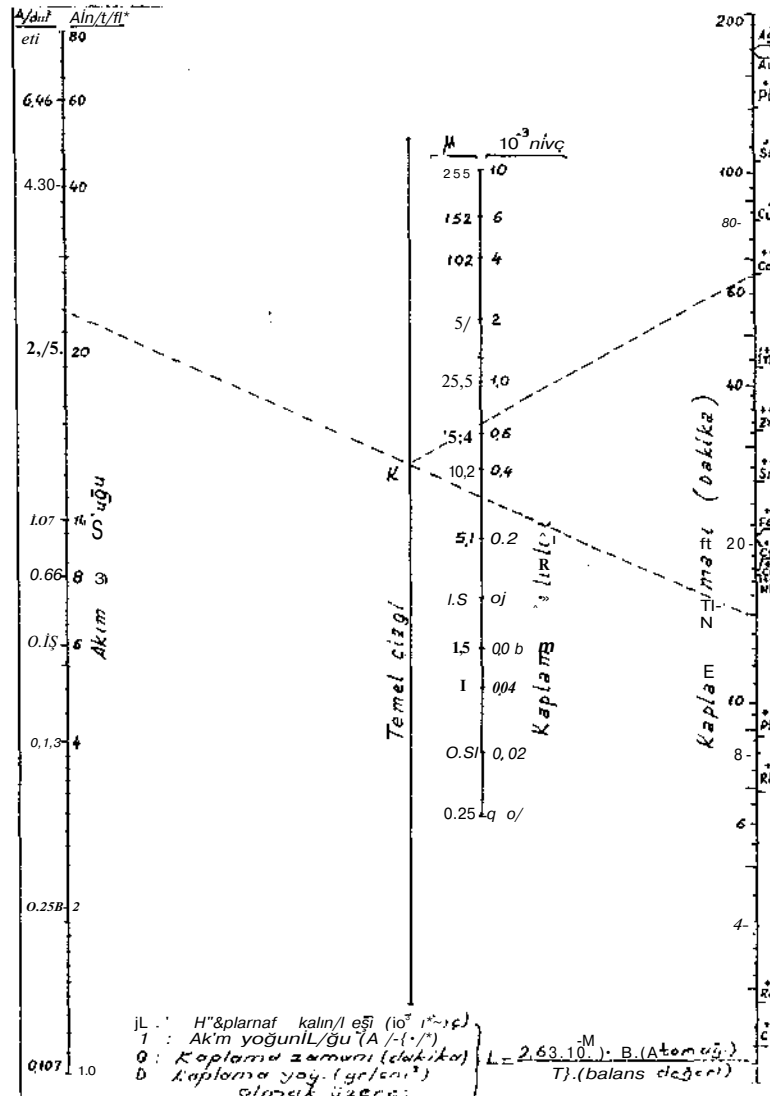
YÜZEY İŞLEMLERİ

- *Parça biçimi* ; Parçaların dış ve düzgün yüzeylerinde kaplama homojen kalınlıkta olur. iç düzgün yüzeylerde de homojen olmakla birlikte kalınlık dışa göre daha azdır. Derin parçaların içi yüzeyleri için önlem alınarak gerektiğinde iç anot uygulaması yapılır. Parçaların keskin kenar ve köşelerinde kaplama daha fazla birikir. Bunun için de parça tasarımlarında mümkün mertebe yuvarlatmalara gidilmelidir.

- Hidrojen kırılmalı ya da gevrekliğine de önlem alınmalı, asitli temizlemelerden ve asitli banyolardan mümkün olduğu kadar kaçmalı, zorunlu hallerde kırılmalı giderilmesi için gerilme gidereci tav işlemi yapılmalıdır.

- Banyolann çalıştırılmasında ilgili prosedürler geniş kapsamlı ve tam olarak uygulanmalı, banyo devre bakımları, kaplama tuzlarının depolanması ve kullanımı, koruyucu malzeme kullanımı ve diğer teknik güvenlik konuları için gerekenler yerine getirilmelidir.

- Parçaların yüzey hazırlığı ve temizliği yapılmış olmalıdır. Çizelge.7 de metaller üzerine yapılan kaplamaların özellikleri, Şekil.6 da da akım yoğunluğu, zaman ve kaplama kalınlıkları arasındaki bağıntılar bir Nomogram halinde görülmektedir.



Şekil.6-Elektro kaplamanın kalınlığı (Nomogram)

YÜZEY İŞLEMLERİ

9. KADMIYUM KAPLAMA

Tanımlama

Elektro kadmiyum kaplama, çelik ve dökme demir eşyanın korozyondan korunması amacıyla yaygın kullanılmaktadır. Genelde 10-20 mikronluk bir kaplama açık hava şartlarında ana metali korozyondan korumaya yeterlidir.

Kaplanacak parça biçimi ve kaplama niteliğine göre Çizelge.8 de verilen değişik banyolar kullanılmaktadır. Kaplama sonrası uygulanacak bir pasiflendirme işlemi ile kaplamanın korozyon direnci daha da iyileşir.

Donanım

Çizelge.5 te belirtilen donanım bilgilerine şunları ekleyebiliriz :

- İş parçaları askısı plastisolla kaplı çelik malzemenin olursa yeterli ve verimlidir. Bu imkan yoksa, polistirenin bir çözücüsündeki dispersiyonu da plastisol yerine kullanılabilir.
- Güç kaynağı olarak, orta büyüklükteki çalışmalar için 600 amperlik bir kapasite yeterlidir.
- Anotlar (10 mm x 200 mm x 600 mm) ölçüsünde lama kadmiyum ya da 50 mm çapta küresel kadmiyum şekillerinde kullanılabilir. Genelde iş parçalarının toplam yüzeyinin 1/4 ü kadar bir alana sahip olan anot kaplamaya uygun düşer. Kaplama yapılmadığı zaman anotlar dışarı alınırlar.
- Levha anotların baralara asıldığı kulpları çelik olmalı, askı yeri hariç kulp yalıtkan maddeyle kaplanmalı, kullanıldıkça askı yerleri sık sık temizlenmelidir.
- Küresel anotlar da çelik spiral taşıyıcılarla baralara asılırlar. Kullanım dışında anotlar dışarı alınmalıdır.
- Baralar sert bakırdan ve her 1000 amper için 6,5 cm² kesitinde olmalıdır.

Banyo Bileşimleri ve Çalışma Koşulları

Kaplama banyosu hazırlanışında Çizelge.8 de verilen bilgilerden yararlanır. Kullanılacak su temiz olmalı ve en az düzeyde iyon bulundurmamalıdır, iyon değiştirici ve aktif kömür süzgecinden geçirilen su bu amaç için uygundur. Banyoya katılacak tuzlar sağlıklı biçimde tartılmalı, parlaticılar litre başına 0,2-1 g olarak ilave edilmelidir.

Katoda asılan iş parçalarının anodlara yakınlığı en az 15 cm olmalıdır.

600 Amperlik bir güç kaynağı ile ortalama 2 A/dm² lik bir akım yoğunluğu alınır ki banyoya alınan her yüzü 1 dm² alana sahip iş parçalarından 200 parçaya kaplama yapılabilir. Bu konuda Şekil.6 da verilen nomogramdan çeşitli örnekler için yararlanılabilir.

Banyonun kaplamaya hazır olması çalışma sıcaklığına getirilmesi ile tamamlanır. Seçilen banyo bileşimine göre sıcaklık ayarı da yapıldıktan sonra kaplama kalınlığını belirleyecek zaman ölçer (timer) çalıştırılarak banyoya akım verilir. Bu sırada aspiratörler de çalıştırılmış olmalıdır. Bir süre sonra zaman ölçer çalınca kaplamanın tamamlandığı anlaşıldığından akım kesilir, iş parçaları askısı ile dışarı alınarak yıkama, kurutma işlemlerine verilir. Pasiflendirme yapılacaksa kurutmaya vermeden yapılır, sonra yıkanır ve sıcak hava ile kurutulur. Gerilme giderici tav uygulanacaksa en ideali 190°C de 3 saat tutularak sağlanır.

Homojen bir kaplama için akım yoğunluğu 2,15 A/dm² yi aşmamalıdır. Kanştırma ve soğutma varsa akım yoğunluğu ihtiyacı artar. Küçük ve hafif parçalar için akım yoğunluğu düşük değerlerde, orta büyüklükte düzgün parçalar için 4,3 dolayında, daha büyük parçalar için de daha yüksek değerlerde uygulanır.

Standardlar ve Kalite Kontrolü

Kadmiyum elektro kaplaması için TS 1716 standardı kaplama kalite isteklerini, kaplama öncesi ve sonrası ısıt işlemlerini, numune alma ve işlem kılavuzu gibi bilgileri bulundurmaktadır.

Banyo çözeltisinin kalite kontrolü ve analizleri bu konuda kaplama maddesi satıcılardan alınmalı ve uygulanmalıdır.

Kaplama Kusurları ve Giderilme Çareleri

Yapışma gücünün azlığı : Yüzey temizliğinin yetersizliğinden ve hidrojen kırılabilirliğinden ileri gelir. Yüzey temizliği iyi yapılmalı ve ısıt işlem uygulanmalıdır.

İri kristalli, yanık vb. kaplamalar : Akım yoğunluğunun yüksek tutulmasındandır. Aksine çukur parçaların zayıf kaplama alması da düşük akım yoğunluğundandır. Akım yoğunluğu uygun değerlerde seçilmelidir.

YÜZEY İŞLEMLERİ

Benekli ve dalgalı kaplama : Banyo çözeltisinin küf ve benzeri maddelerle aşın kirlenmesinden ileri gelir. Banyo çözeltisi süzülüp temizlenmelidir.

Çizelge.8- Kadmiyum Kaplama Banyoları

Banyo No.	NaCN/Cd	Banyo Bileşimi, g/l						Akım Yoğunluğu A/dm ²		İşlem Sıcaklığı C	Notlar
		CdO	Cd	NaCN	NaOH	Na ₂ CO ₃	Sınırlar	Ort.			
Siyanürlü Banyolar											
1	4/1	22,5	19,6	78	14,2	30-75	0,5-12	2,7	26,5-32	Tambur kaplama dahil her tür sisteme uygundur	
2	7/1	22,5	19,6	137,8	14,2	30-45	1,1-8,6	2,7	26,5-32	Otomatik kaplamaya uygun (tambura değil)	
3	5/1	26,2	23	114,5	16,4	30-60	0,5-9,7	3,8	23,8-29	Otomatik ve tambur kaplamaya uygun, yüksek verimlidir.	
4	4,5/1	41,2	36,1	162,5	25,8	30-45	0,5-16	5,4	26,4-32	Dökme demir parçaların kaplanmasına uygun ve yüksek hızdadır.	
Siyanürlü Banyolar											
5	...	Kadmiyum fluoborat 241	Cd	Amonyum fluoborat 60	Jcorice 1	3,2-6,4	3,2-6,4	—	21-37,5	Geniş ölçüde tambur kaplamaya uygundur.	

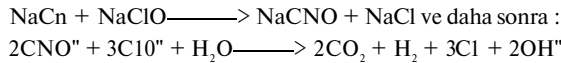
(*) Cd (OH)₂ kullanıldığında 26 g alınır.

Kaplamanın Sökülmesi

Herhangi bir nedenle iş parçalarının üzerindeki kadmiyum kaplama, 200g/l kromik asit + 50 ml/l sülfirik asitten ibaret bir çözeltide iş parçalarının 5-10 dakika tutulması sonucu sökülebilir. Aynı işlem banyoda ters akım uygulaması (iş parçalarının anot olarak asılması) ile de yapılabilir.

Siyanürlü Suların Nötralizasyonu

Siyanürlü suların (zehirli atıklar) kanalizasyona verilmeden önce zehirliliklerinin giderilmesi gerekir. Bu işlem için hipoklorit çözeltisinden yararlanır. Bu bileşik siyanür iyonunu aşağıdaki denkleme göre parçalar ve zararsız hale getirir :



Tepkimelerine göre siyanür iyonu tamamen yükseltgenerek zararsız ve zehirsiz ürünlere parçalanır.

Çalışma sırasında 130 g sodyum siyanür için 373 g sodyum hipokloride ihtiyaç vardır. Banyo çözeltisi ya da nötrale suları içindeki siyanür miktarı titrasyonla bulunduktan sonra bir beton teknede eşdeğer miktarda hipokloritin sulu çözeltisiyle bir pervaneden yararlanılarak kaşınır. Tepkime sonunda banyo örneğine bir tüp içinde müreksit indikatörü ilave edilir. İndikatörün rengi değişmezse biraz daha hipoklorit ilavesi yapılarak tekne içeriği kaşınır. Tekrar numune alınır, müreksit rengi kaybolursa teknede siyanür kalmamış demektir.

Bu işlemlerin yapılması sırasında koruyucu donanım kullanılmalıdır.

10. ÇİNKO KAPLAMA

Tanımlama

Elektro çinko kaplama demir ve çelik eşyanın korozyondan korunması amacıyla sanayide kullanılan, nisbeten ekonomik, yurdumuzda daha çok tekne kaplaması şeklinde uygulanan bir kaplama türüdür. 8-13 mikronluk bir kaplama çok defa yeterlidir. Asitli ve siyanürlü banyolardan daha yaygın olanı siyanürlülerdir.

Çinko kaplama 153 kg/mm² den daha yüksek çekme dayanımlı çeliklere uygulanmaz.

YÜZEY İŞLEMLERİ

Banyo Bileşimleri ve Çalışma Koşulları

Çizelge.9 da verilmiştir.

Çizelge.9- Çinko Banyoları

Bileşenler ve koşullar (g/l)	Banyo 1	Banyo 2
Çinko oksit, saf	42	56
Sodyum siyanür	92,1	104,8
Sodyum hidroksit	37,5	55,4
Sodyum polisülfür (*)	1,5	1,5
NaCN / Zn oranı	2,7 ila 1	2,3 ila 1
Akım yoğunluğu, A/dm ²	1,1-9,7	0,3-1,1
Volt	1,5-6	9-15
Sıcaklık, °C	24-37	34-37

(*) : Banyoya başlangıçta bu oranda katılan polisülfür çalışma süresince Pb, Cd gibi iyonlar çöktükçe azar azar daha eklenir.

11. BAKIR KAPLAMA

Tanımlama

Elektro bakır kaplama, genelde çok katlı (Cu+Ni+Cr) kaplama sistemlerinin en alt tabakası olarak, bazen de dekoratif amaçlı ve korozyon direnci için kullanılır. Ayrıca bakırın saflaştırılmasında da ana yöntemdir. Dekoratif amaçlılarda kaplama üzerine bir vernik vurulması bakır kaplamanın kararmasını önler.

Bakır kaplama banyoları siyanürlü, asitli ve pirofosfatlı olmak üzere üç ana yöntemde uygulanır. Siyanürlüler genel amaçla, asitliler rafinasyonda ve pirofosfatlılar da gözenek kapatma ile kalın kaplamalarda uygulanmaktadır.

Banyo Bileşimleri ve Çalışma Koşulları

Bunlar, Çizelge. 10, 11, ve 12 de verilmişlerdir.

Çizelge. 10- Siyanürlü Bakır Kaplama Banyoları

Bileşenler veya koşullar (g/l)	Sej' elik Siyanür Banyosu	Standard Tambur	Roşel Ban. Düşük Kons.	Roşel B. Yük. Kons.	Roşel B. Sodyum siyanürlü
Bakır siyanür	7,5	45	26,2	45	119,8
Sodyum siyanür	33,7	67,4	34,5	52,4	114,8
Sodyum karbonat	15	—	30	59,9	i 5
Sodyum hidroksit	PH'a göre	---	PH	PH	30
Roşel (senyet) tuzu	...	45-75	45	90	...
Sıcaklık, °C	32-4 >	54-59	54-70	78	78
Akım yoğ. A/din ²	1,1-iö	...	2,2-4,3	5,4	3,2-6,5
Volt	6	6	6	6	6
PH (Kolorimetrik)	12-12,6	...	12-12,6	>13	>13
Anot/katot (alan)	3/1	2/1	2/1	2/1	3/2

YÜZEY İŞLEMLERİ

Çizelge.II- Asitli Bakır Banyoları

Bileşenler veya koşullar (g/l)	Bakır Sülfat Banyosu	Bakır Fluoborat (Düşük bakirli)	Bakır Fluoborat (Yüksek bakirli)
Bakır Sülfat, Kristal (CuSO ₄ ·5H ₂ O)	197-247	—	—
Sülfirik asit	30-75	—	...
Bakır fluoborat (Cu (BF ₄) ₂)	—	225	450
Fluoborik asit, (HBF ₄)	...	PH'a göre	PH'a göre
Sıcaklık, °C	21-48	27-76	27-76
Akım yoğ. A/dm ²	2,2-10	8-13	13-38
Volt	6	6	6-12
PH, kolorimetrik	-	0,8-1,7	<0,6—
Katot verimi, 0/0	95-100	95-100	95-100

Çizelge.12- Pirofosfatlı Bakır Banyosu

Bileşenler, g/l ya da koşullar	Konsantrasyon, g/l
Bakır	22,5-30
Pirofosfat	172,3-209,7
Amonyak	0,52-2
P2O7/Cu (Ağırlık oranı)	52,4-63,7
Nitrat	7,5-15
Sıcaklık, °C	38-60
Akım yoğ. A/dm ²	1,1-7,5
Volt	2-5
PH, Elektrometrik	8-8,5
Anot/katot (alan oranı)	1/1-2/1
Katot verimi, 0/0	96-100

Not : Parlatici olarak 0,75 g/l hesabıyla melas, jelatin, tutkal fenol sülfonik asit, sülfosalisilik asit maddelerinden biri (ayrı ayrı) kullanılabilir.

12. PİRİNÇ KAPLAMA

Tanımlama

Pirinç kaplama, 0/0 70 bakır ve kalanı da çinko olan san renkli bir alaşım kaplamasıdır. Hem korozyon direnci sağlamak hem de dekoratif amaçla çelik üzerine uygulanmaktadır.

Banyo Bileşimleri ve Çalışma Koşulları

Bu bilgiler Çizelge. 13 de verilmiştir.

YÜZEY İŞLEMLERİ

Çizelge.13- Pirinç Kaplama Banyoları

Bileşenler veya koşullar (g/l)	Seyreltik A	Standard B	Roşel Ban. C	Roşel B. D
Bakır, 0/0	78	81	93	88
Bakır siyanür, CuCN	27,31	40,5	71-105	100,5
Çinko siyanür	9-11	12	3-9	18
Sodyum siyanür	45-60	...	90-135	150,5
Sodyum karbonat	30	...	—	---
Amonyak, ml/l	3-4	—	...	...
Sodyum hidroksit	---	...	45-75	11,2
Sıcaklık, °C	32-45	23	73-89	59,5
Akım yoğ. A/dm ²	0,3-1,1	0,3	3,2-17	3,2-15
pH	10-11,5	—	...	12,2

13. NİKEL KAPLAMA

Tanımlama

Nikel kaplama, bakır, pirinç, çelik ve diğer metaller üzerine uygulanan kaliteli bir koruyucu kaplamadır. Çok katlı kaplama sistemlerinde ara kaplama olarak, bazen de son kat olarak uygulanır. Kaplama kalınlığı amaca göre değişir. Sanayi ortamında kaplama kalınlığı 13-50 mikron, dış ortamda da aynı miktar, kapalı yerlerde ise 5-18 mikronluk kaplama yapılmaktadır. Başlıca banyo çeşitleri Watts, Sulfamat ve Fluoborat banyolarıdır. Bunlardan birincisi, genel amaçlı, ucuz tuz kullanılan ve yüksek akım yoğunluğunu gerektiren banyodur. Sulfamat, yüksek verimli, kolay kontrol edilebilen, Fluoborat ise geniş konsantrasyon ve işlem şartları aralığında uygulanan banyodur. Ayrıca özel amaçlı sert nikel, siyah nikel kaplama banyoları da kullanılmaktadır.

Banyo Bileşimleri ve Çalışma Koşulları

Bu bilgiler Çizelge. 14 de verilmiştir.

Çizelge.14- Nikel Banyoları

Bileşenler ve koşullar (g/l)	Watts	Sulfamat	Fluoborat
Nikel sülfat, NiSO ₄ .6H ₂ O	255-412	—	—
Nikel klorür, NiCl ₂ .6H ₂ O	3-60	0-30	0-15
Nikel sulfamat, Ni (SO ₃ NH ₂) ₂	...	262-450	—
Nikel fluoborat, Ni (BF ₄) ₂	—	—	225-300
Toplam nikel (metal olarak)	58-106	62-112	57-78
Borik asit, H ₃ BO ₃	30-45	30-45	15-30
Perhidrol (oyukçak önleyici) (istendiğinde ml/100l)	26	26	26
Sıcaklık, °C	40-70	38-59	38-70
Akım yoğ. A/dm ²	1,1-11	2,7-32	2,7-32
PH	1,5-5,2	3-5	2,5-4

YÜZEY İŞLEMLERİ

Notlar

- Dekoratif parlak nikel kaplama için akım yoğunluğu : Katot için 2-2,5, Anot için 0,5-2 A/dm² aralıklarında kullanılmalıdır.
- Paslanmaz çelik üzerine altın kaplama yapılacak ise altından önce nikel kaplanmalıdır.
- Nikel kaplamanın çelik, bakır, pirinç ve çinko yüzeylerden sökülmesi ters akım uygulaması ile sülfürik asitli banyoda mümkün olur :

Sülfürik asit, hacimca, 0/0.....	60
Su hacimca.....	40
Gliserin ya da etilen glikol g/l.....	30
Bakır sülfat, g/l.....	30
Sıcaklık, °C.....	20-25
Volt.....	6
Katot malzemesi.....	Kurşun

14. KROM KAPLAMA

Tanımlama

Krom kaplama dekoratif ve sanayi amaçlı olmak üzere iki tipte uygulanmaktadır. Dekoratif kaplama, daha çok üçlü kaplama sisteminin (Cu+Ni+Cr) son tabakasını oluşturmak üzere 1-2 mikrona kadar yapılır ve ayna parlaklığına ulaşılır. Bazen ekonomi amacıyla bakır ve nikel kullanılmadan da krom kaplama yapılır, ancak üçlü sistem kadar korozyon direncine sahip olmaz.

Siyah krom kaplama da dekoratif krom kaplamanın bir başka tipidir.

Sanayi amaçlı krom kaplama, sert krom diye anılır ve çok kalın bir tabaka (300-500 mikron) halinde uygulanır ve çok defa taşlama ile parça son ölçüsüne getirilir. Sert kromla ulaşılan sertlik değeri 63 Re değeridir.

Banyo Bileşimleri ve Çalışma Koşulları

Dekoratif krom banyoları ile ilgili banyo bileşimleri ve çalışma koşulları Çizelge. 15 de verilmiştir.

Çizelge.15- Dekoratif Krom Banyoları

Bileşenler veya koşullar (g/l)	Mikro Çatlaklı		
	Genel Amaçlı Çatlaksız	I (çeliğe)	II (çinkoya)
Kromik asit,			
CrO ₃ , g/l	250	265-300	340-375
ClO ₃ /SO ₄	100/1-125/1	150/1	100/1
Sıcaklık °C	40-50	52-54	45-52
Akım yoğ. A/dm ²	8,3-19	27-32	9,7-16,6
(katodda)			13-17

Dekoratif kaplamanın uygulandığı üçlü sistemde banyo bileşimleri ve çalışma koşulları Çizelge. 16 da verilmiştir.

YÜZEY İŞLEMLERİ

Çizelge.16- Komple Üçlü Kaplama Yerleri, Banyo Bileşimleri, Koşullar

Kullanım yerleri	Âna metal	Kaplama kalınlığı, en az, mikron				Krom
		Bakır	yan par. nikel	parlak nikel	Cu + Ni	
Otomobil dış kısımları	Çelik	13	---	20	38	0,8
Otomobil dış kısımları	Çinko alş.	5	23	8	38	0,5
Otomobil dış kısımları	Pirinç	...	...	13	13	0,5
Oto iç kısımları	Çelik	—	...	13	13	0,5
Oto iç kısımları	Çinko alş.	5	...	8-13	13-20	0,3
Dz. Araçları	Çinko alş.	8	25-30	5	38-45	0,3
Ev eşyası	Çelik	—	—	8-13	8-13	0,3
Ev eşyası	Çinko alş.	5	...	8-13	8-13	0,3
Musluk ve boru kparç.	Çelik alş.	5	13	5-25	25	0,3
Kilit, anahtar, kapıkolu vs.	Çelik	...	—	8-13	8-13	0,3
Kilit, anahtar, kapıkolu vs.	Çinko alş.	5	...	8	13	0,3

Sert Krom uygulamaları

Sanayi amaçlı sert krom kaplamaların uygulama yerleri aşağıya çıkarılmıştır :

- Sertlik ve aşınma dayanımı kazandırılmak istenen mil, şaft gibi parçalar, doğrudan doğruya çelik üzerine yapılabilir.
- Matbaa baskı tekniğindeki ihtiyaçlar,
- Ölçüden düşmüş parçaların kurtarılması.

Sert krom banyoları ve çalışma koşulları Çizelge. 17 de verilmiştir.

Çizelge.17- Sert Krom Banyoları

Bileşenler veya koşullar (g/l)	Kromik-Sülfürik Asitli		Fluosilikatlı	
	I	II	I	II
Kromik asit, CrO ₃ ,	250	397	250	396
Sülfürik asit	2,5	4	0,8-1	—
Krom-3- iyonu	2-5	2-5	2-5	—
Sodyum fluosilikat (Na ₂ SiF ₆)	—	—	2-3	1,5
Sıcaklık, °C	52 3	52 9	48 2	54
Akım yoğ. A/dm ²	15-40	14-49	20-50	24-54
Akım verimi, 0/0	15	...	22	~

15. KALAY KAPLAMA

Tanımlama

Kalay, tamamen zehirsiz bir metal olduğundan gıda maddelerinin saklanması için kullanılan tenekeler için eskiden beri kullanılmaya gelmiştir. Ancak kalay kaplı kapların çok düşük sıcaklık ve nem ortamında tutulmaması gerekir. Bugün kalay kaplama başlıca aşağıdaki amaçlar için uygulanmaktadır :

- Lehimlenecek yüzeyler, 5 (mikron)
- Vidalar, 5
- Ölçü korumak ve hasar önleme, 8
- Nitrürlenme önleyici maskeleyme, 10
- Aşınma, korozyon ve gıda ambalajı 50

Elektro kalay kaplama, alkali stannat ve asitli banyolarla olmak üzere iki tipte uygulanmaktadır. Anot olarak

YÜZEY İŞLEMLERİ

alkali stannat banyolarında 0/0 1 Alüminyum katkılı kalay alaşımı kullanılmakta olup yüksek verimlidir. Saf kalay anot kullanılacaksa stannitten dolayı kaplamanın grileşmesini önlemek amacıyla 0,45 g/l oranında hidrojen peroksit eklenmelidir.

Banyo Bileşimleri ve Çalışma Koşulları

Elektro kalay kaplamanın her iki tipiyle ilgili banyo bileşimleri ve çalışma koşulları Çizelge. 18 de verilmiştir.

Çizelge.18- Kalay Banyoları

Bileşenler veya koşullar (g/l)	Alkali Stannat		Sülfat	Asitli	Fluorolat
	I	II			
Potasyum stannat	209,7	...	...	...	...
Sodyum stannat	...	101,1	...	...	...
Potasyum Hidroksit	22,5	...	...	...	...
Sodyum hidroksit	...	9,7	...	...	—
Kalay metali (stannatta)I	79,4	419	...	...	80,9
Kalay-2- sülfat	...	—	52	...	—
Sülfürik asit	—	—	97,4	...	—
Krezol sülfonik asit	...	...	97,4	...	....
Beta naftol	...	...	1	...	1
Jelatin	—	—	2	...	6
Kalay-2-fluorolat	...	...	...	...	200,7
Fluorolik asit, serbest	—	...	...	...	53-100
Borik asit, serbest	—	...	...	...	24,7
Sıcaklık, C	71-92	60-84	20-37	...	70-43
Akım yoğ. A/dm ²	117,2 en çok	0,54-3,2	1,1-4,3	...	8,1-13,4
pH, kolorimetrik	...	...	—	...	0,2 en çok
Yoğunluk, Bome	—	—	—	...	20-23

16. GÜMÜŞ KAPLAMA

Tanımlama

Gümüşün başta gelen iki önemli özelliği en iyi iletken olması ve parlak görünümüdür. İletkenliği dolayısıyla elektrik ve elektronik sanayiinde fazla oranda kullanılmaktadır. Pahalı bir metal olmasından dolayı da kaplama halinde uygulanması ekonomik olmaktadır. Çeşitli kontaklar, terminaller, şalter parçaları ve piezo element yüzeyleri gümüş kaplamanın uygulandığı bazı örneklerdir.

Dekoratif amaçlı kullanımlarda yüzeyin çok iyi parlatılması yetmez, açık havadaki kükürtlü bileşiklerden dolayı kararmasının önüne ancak vernikleme ile geçilebilir.

Banyo Bileşimleri ve Çalışma Koşulları

Çarpma, konvensiyonel ve yüksek hızlı olmak üzere üç tip gümüş banyosuyla ilgili banyo bileşimleri ve çalışma koşulları Çizelge. 19 da verilmiştir.

YÜZEY İŞLEMLERİ

Çizelge. 19- Gümüş Banyoları

Bileşenler veya koşullar (g/l)	Konvansiyonel	Yük. Hızlı (*)	Parlık Ni üzerine	Çarpma (**) Demir dışı met. için
Gümüş siyanür	25-33	45-55	0,75-1,5	3,75-5,24
Potasyum siyanür, (serbest)	30-45	45-55	—	—
Potasyum karbonat	23-90	23-80	...	—
Potasyum nitrat	....	23-90	...	—
Potasyum hidroksit	—	3-12	—	—
Serbest sod. Siyanür	—	—	37,5-60	60-90
Sodyum karbonat	—	—	—	1,2 en çok
Parlatıcı (**)	—	—	—	oda s.
Sıcaklık, °C	20-26	40-45	oda s.	oda s.
Akım yoğ. A/dm ²	0-54-1,61	2,7-10,5	2,7-8	1,6-2,7
Anot malzemesi	saf gümüş	saf gümüş	saf gümüş ya da p.maz çelik	saf gümüş ya da p.maz çelik
Kaplama süresi, dak.	—	—	1-1,5	1-2

(*) : Altın ya da başka soy metal kaplamanın tutması için.

(**) : Parlatıcı olarak karbon disülfür kullanıldığında 28 g madde 56 g eterde çözülerek 1 l banyo çözeltisi ile karıştırılır ve ana banyoya istenen miktarda eklenir. Banyo çalıştırıldıkça 15 saatte eklemeler gerekir. Aynı amaçla amonyum tiyo siyanatda kullanılabilir.

17. ALTIN KAPLAMA

Tanımlama

Parlaklığını kaybetmeyen ve çok iyi iletkenliğe sahip olan borsalı metal altın, çok pahalı olduğundan elektro kaplama şeklinde dekoratif ve sanayi amaçlı olarak kullanılmaktadır. Korozyon direncinin yüksekliği de kullanım alanlarını genişletmiştir.

Banyo Bileşimleri ve Çalışma Koşulları

Parlak kaplama, ince kaplama vb. değişik tiplerde uygulanan altın kaplama banyolarının bileşimleri ve çalışma koşulları Çizelge.20 de verilmiştir.

Çizelgede verilen :

- I No.lu kaplama, parlak ve alaşımlara yapılan,
- II No.lu kaplama, parlak ve altının Cd, Co, Cu, Ni, Ag ile yaptığı alaşımların kaplamaları,
- III No.lu olanı, 1,3-25 mikron aralığındaki kaplamalar,
- IV No.lu olanı, tambur kaplama,
- V No.lu olanı da yüksek hızlı (50 mikron/saat) kaplamalarda kullanılmaktadır.

Çizelge.20- Altın Banyoları

Bileşenler veya koşullar (g/l)	I	II	III	IV	V
Altın, metal hesabıyla	2,05	1,03	8,21	4,105	21,91
Serbest siyanür	15	0,11-15	20	60	—
Potasyum sekonder fosfat	15	15	20	60	...
Potasyum ferro siyanür	—	...	—	...	202
Potasyum karbonat	—	...	20	60	...
Sıcaklık, °C	54-70	54-70	54-70	54-70	54-70
Akım yoğunluğu A/dm ²	0,1-1	0,1-1	0,1-1	0,1-0,3	0,1-1
PH	11,8-12	11,8-12	11,8-12	11,8-12	11,8-12
Karıştırma	Mekanik Yapılmalıdır.				

YÜZEY İŞLEMLERİ

KAYNAKÇA

- (1) YAŞAR, Hikmet, **Metaller için Yüzey İşlemleri**, KOSGEB Yayını, 1994.
- (2) **Metals Handbook Vol. II**, American Society for Metals.

İLGİLİ TSE STANDARTLARI

TS	149	Demir ve çelik Parçaların Koruyucu Kaplamaları	Ekim 1964
TS	914	Galvanizleme (Sıcak Daldırma ile Çinko Kaplama)	Ekim 1987
TS	1609	Elektrolitik Kaplamalar (Çelik veya Demir Üzerine) Bakır artı Nikel artı Krom	Nisan 1974
TS	1626	Elektrolitik Kaplamalar (Nikel artı Krom)	Nisan 1974
TS	1654	Elektrolitik Kaplamalar - Nikel	Nisan 1974
TS	1715-16	Metalik Kaplamalar (Elektrolitik Çinko ve Kadmiyum) Dökme Demir ve Çelik Üstüne	Haziran 1974
TS	1865	Metalik Kaplamalar - Elektrolitik, Kalay	Nisan 1975
TS	2392	Metalik Kaplamalar-Elektrolitik, Kalay-Nikel Alaşımı	Nisan 1976
TS	4922	Metalik Malzemelerin Yüzey İşlemi, Alüminyum ve Biçimlenebilir Alüminyum Alaşımının Anodik Ok- sidasyonu (Eloksal, Teknik özellikleri)	Ekim 1986