11. DERS

ELEKTROMETAL KAPLAMA TEKNİĞİ

ALAŞIM KAPLAMA BANYOLARI
BÖLÜM 2

ELEKTROMETAL KAPLAMA TEKNİĞİ II

DERS 11

ALAŞIM KAPLAMA BANYOLARI, BÖLÜM 2

İÇİNDEKİLER

BAŞLIK	**SAYFA**
GİRİŞ	1
KURŞUN – KALAY ALAŞIMLARI	1–10
SAC KAPLAMA BANYOLARI	2–4
KALAY KURŞUN ALAŞIM KAPLAMANIN TAHMİNİ ANALİZİ	4-5
DİĞER REÇETELER	6
KURŞUN - KALAY BANYOLARININ KİMYASAL ANALİZİ	7-8
KURŞUN – KALAY HATA GİDERME TABLOSU	9-10
KALAY – NİKEL ALAŞIMLARI	10-15
ÇALIŞMA NİTELİKLERİ	13-14
BANYOLARIN KONTROLÜ	14-15
ÇİNKO – KALAY BANYOLARI	15
PİROFOSFATLI ÇİNKO KALAY BANYOSU	16
KALAY – KADMİYUM ALAŞIM BANYOLARI	17-18
NİKEL – ÇİNKO BANYOLARI	19-20
NİKEL – DEMİR BANYOLARI	20
TUNGSTEN ALAŞIM BANYOLARI	21
GÜMÜŞ - KADMİYUM BANYOLARI	22
GÜMÜŞ - KURŞUN BANYOLARI	22
ALAŞIM KAPLAMA OLANAKLARI	23
ELEKTROKİNETİK OLGULAR	24-33
AKIŞ POTANSİYELİ	25
ELEKTRO-OZMOZ	25
ELEKTROFOREZ	26-29
KAUÇUK KAPLAMA	29-32
PRATİK UYGULAMALAR	32-33
SEÇİLMİŞ REFERANSLAR	34
SINAV : DERS 11	35

Umarım Ders 10′ da sizin için her şey yolunda gitmiştir. Ders 11′ e başlamak için artık hazırız. Bu ders ile birlikte alaşım kaplama ile ilgili çalışmalarımızı bitirmiş olacağız. Daha sonra biraz daha farklı bir alan olan elektro-kinetik fenomene geçiş yapacağız. Her ne kadar bu isim kulağınıza anlaşılmaz gelse de, gerçekte öyle olmadığını göreceksiniz.

Elektrokinetik fenomen konusunun altında elektroforez gibi başlıklarla karşılaşacaksınız. 1948 yılına geri döndüğümüzde, elektroforez konusunu pratik kaplamacılar için olan bir dersin parçası olarak ilk kez anlattığımda, insanlar benim deli oluğumu düşünmüşlerdi. Zaman bana yapılan eleştirilerin yanlış, benim düşüncelerimin ise doğru olduğunu gösterdi. Ders 12′ de göreceğiniz ELEKTRİKLİ BOYAMA′ nın (ayrıca daha başka isimleri de vardır) ve aynı şekilde Ders 17′ de görülecek olan KOMPOZİT KAPLAMA′ nın temelleri elektroforeze dayanmaktadır. Günümüzde elektro boyama ve kompozit kaplama, polisaj endüstrisinde yer alan birçok işlemde geniş olarak kullanılmaktadır. Birçok kaplama ve polisaj teknikerine kolaylık sağlamaktadır.

Şimdi tekrardan alaşım kaplama konusuna geri dönelim.

Bu zamana kadar yaygın olan kaplama alaşım kombinasyonlarını, örneğin pirinç, bronz ve altın alaşımlarını gördük. Şimdi başka bir tür yaygın kaplama alaşımı olan kurşun – kalayı (lehim) öğreneceğiz. Daha az yaygın olan nikel – kalay gibi kaplama alaşımlarına bir başlangıç yapacağız. Son olarak da daha egzotik alaşımları yüzeysel bilgiler vereceğiz. Alaşım kaplama düşünüldüğünde, bu düşüncelere bir kapanış cümlesi olarak şunu söyleyebilirim: “Sadece yüzey bozulmuştur”. Bazı daha az bilinen ve henüz denenmemiş metaller belkide önemli ticari uygulamalara sahiptirler. Eğer biraz girişimciyseniz bu alan size fırsatlar sunmaktadır.

Ders 18′ de alaşım kaplamacılığı hakkında ek bilgiler bulacaksınız. Alaşım kaplamacılığı hakkında daha detaylı bilgi için dersin sonundaki referanslara başvurabilirsiniz.

KURŞUN – KALAY ALAŞIMLARI

Kurşun ve kalay mükemmel ve kolaylıkla kontrol edilebilen alaşımlara dönüştürebilir. Bu işlem çok iyi bilinmesine rağmen hak ettiği ilgiyi üzerinde toplayamamıştır. Kurşun-kalay kaplama alaşımları iyi tutunmaya karşı özelliklere sahip olduğundan rulman yüzeyleri için çok uygundurlar.

Lehimlemeyi* kolaylaştırdıklarından radyo şasilerinin ve temas noktalarının kaplanmasında kullanılırlar. İyi yağlayıcıdırlar ve aynı zamanda paslanmaya karşı özelliklere de sahiptirler.

Kurşun ve kalay elektromotor serilerde birbirlerin çok yakındırlar (kalay için -0,14 volt, kurşun için -0,13 volt). Bu konuda karşılaşılacak tek sorun kurşun için uygun bir çözelti bulmaktır, çünkü kurşun çoğu tuz çözeltisi içerisinde iyi çözünmez. Hem kurşunun hem de kalayın beraber çözündüğü sınırlı sayıda çözelti vardır. Bunlar perklorat, fluoborat ve fluosilikat ile alkan sülfonatlar ile sülfamatlar olarak sıralanabilir. Kullanılan tüm bu çözeltiler arasında en iyi elektrolit ise fluoborattır, bu konunun devamında bu elektroliti açıklayacağız.

KURŞUN – KALAY BANYOSU (KURŞUN KAPLI SAC)

Kalay fluoborat olarak metalik kalay...	36,85 gr
Kurşun fluoborat olarak metalik kurşun.	343 gr
Serbest fluoborik asit	153 gr
Serbest borik asit	96,4 gr
Tutkal (kuru)	1,8 gr
Su	3,79 lt

Çalışma Koşulları: Daha önce dersin diğer bölümlerinde tanımlandığı gibi bu çözelti ikili anot sistemi veya anot alaşımlarla beraber çalışmaktadır. Çözeltinin içeriği Carlson ve Kane tarafından alaşımın bileşiminin %90'ı kurşun %10'u kalay olacak şekilde önerilmiştir. Bu kaplama biçimine kurşun kaplı sac denilmektedir. Ders 8' de anlatıldığı gibi bu önerilen çözelti depolar ve ısıtıcılar için kurşun fluoborat çözeltisinin altında kullanılır.

İKİLİ ANOTLARLA

Çözeltinin sıcaklığı: 21 – 38°C
Katot akım yoğunluğu: 3,23 A/dm^2
Anot alanının katot alanına oranı: 2:1
Kalay alanının kurşun alanına oranı: 1:5

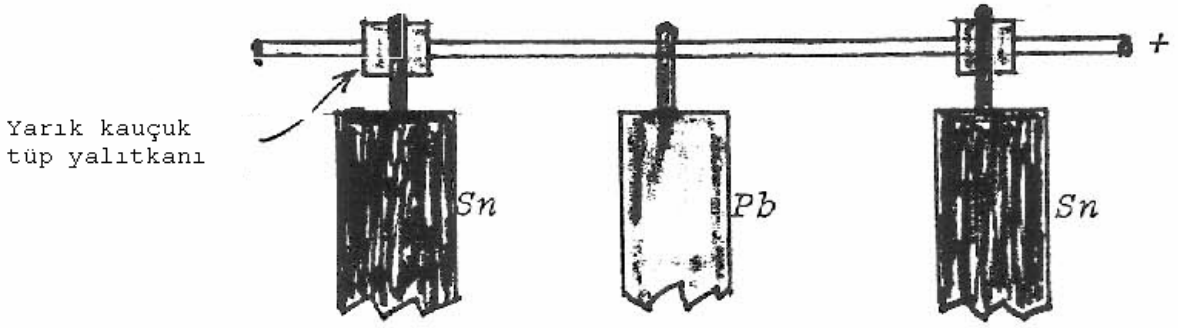
---

* Ders 18 de göreceğimiz gibi, lehim en yaygın olarak elektrik devrelerinin kaplanmasında kullanılmaktadır.

EKT-11-3

Aşağıda görüldüğü gibi kalay ve kurşun anotlar birbirinden 5 veya 7,5 cm uzaklığa yerleştirilmelidirler.

Şekil 1
İKİLİ ANOT SİSTEMİ



İKİLİ ANOT SİSTEMİ

Yukarıdaki oranlar bir örnekle en iyi şekilde açıklanabilir. Katot alanının 9 dm^2 sinin kaplandığının varsayalım. Kurşun ve kalayın çözeltiye maruz kalmış alanları toplamının 18 dm^2 den çok olmaması gerekir. Bu alanın 1/3' ü (6 dm^2) kalay geriye kalan 2/3' lük kısmı (12 dm^2) ise kurşun olmalıdır. Kalay ve kurşun üzerindeki akımın oranı 1:7 ve toplam akım 30 amper olacağından, reoasta kalay anot üzerinden 30 x 1/8 = 3,75 amper ve kurşun anot yüzeyi üzerinden 26,25 amper olacak şekilde ayarlanmalıdır.

Bu metot aşağıda anlatılan alaşım anotlar ile uygulanan metottan daha karmaşık olduğu kabul edilir:

ALAŞIM ANOTLAR

Banyo Sıcaklığı: 21 - 38°C
Katot akım yoğunluğu: 3,23 A/dm^2
Anot: %90 kurşun, %10 kalay
Anot alanının katot alanına oranı: 2:1

Yukarıda verilen bileşimdeki banyoyu anotlar ile birlikte kullanılırsa, alaşımın kaplaması ve çözeltinin bileşimi sabit kalmaktadır. Anotlar ticari olarak alınabildiği gibi, gerekli miktardaki kurşun ve kalayın 400 °C de eritilip daha sonra sürekli olarak karıştırılıp hızlıca dökülmesi ve soğutulması sonucu da elde edilebilir.

Eğer kaplamadaki kalay oranı artırılmak istenirse, banyonun içerisindeki kalay miktarını artırmak istenilen sonuca ulaşılmasına yardım edecektir. Tablo 1' de olası aralıklar gözükmektedir.

EKT-11-4

Tablo 1

Bileşim				Banyo Bileşimi gram /litre		
Kaplama %		Anot %		Fluoborik Asit	Borik Asit	Tutkal
Kurşun	Kalay	Kurşun	Kalay			
95	5	95	5	40	25	0,5
90	10	90	10	40	25	0,5
75	25	75	25	40	25	1,5
60	40	60	40	40	25	2,9
40	60	40	60	40	25	5,0

KALAY KURŞUN ALAŞIM KAPLAMANIN TAHMİNİ ANALİZİ

Banyonun katot verimi yüksek olduğundan (çok az veya hiç hidrojen birikmesi oluşmuyor), kaplamanın bileşim oranları kaplamanın ağırlığı ve geçen amper saat miktarı bilinerek hesaplamak mümkündür. İdeal koşullar altında bu hesaplamanın doğruluğu %90 civarındadır. Formül verimin %100 olduğuna dayanmaktadır. 1 amper saat 3,86 gram kurşun biriktirirken, sadece 2,2 gram kalay biriktirmektedir. Alaşım kaplamanın ağırlığı saf kurşun kaplamadan kalayın miktarıyla orantılı olarak daha hafiftir.

FORMÜL: Kaplamadaki kalay %si = $135\frac{(3{,}86A - W)}{W}$

A : kaplama süresince geçen amper-saat miktarı
W : biriken alaşımın ağırlığı

ÖRNEK 1: Bir malzeme kurşun-kalay alaşımı ile kaplamadan önceki ağırlığı 100 gramdır. 10 amper-saat geçtikten sonra, malzemenin ağırlığı 130 grama çıkmıştır. Kaplama bileşiminin kurşun ve kalay oranları nedir?

W = 130 - 100 ya da 30 gram A = 10

Kalay % = $135\frac{(3{,}86 \times 10 - 30)}{30}$ = %38,8

Kurşun % = 100 - 38,8 = %61,2

EKT-11-5

Pilot bir test parçasını hiçbir şekilde katodun üzerinde hidrojen birikmeyecek şartlarda kaplandığı zaman, bu metot kaplamanın ve banyo operasyonunun kontrol analizi olarak kullanılabilir.

PROBLEM 1: 250 gram ağırlığındaki bir cisim, kurşun-kalay alaşımı ile kaplandıktan sonra 300 gram gelmektedir. Kaplama operasyonu boyunca akım 4 amperde sabit tutulmuş ve operasyon 5 saat 30 dakika sürmüştür, fakat bu sürede amper-saat ölçer kullanılmamıştır. Kaplama bileşiminin kurşun ve kalay oranları nedir?

CEVAP: %94,5 kalay, %5,5 kurşun.

BANYO HAKKINDA BAZI NOTLAR: Çalışan bir banyodaki toplam kalay miktarının %90'ının kalay olası önemlidir. Yüksek orandaki kurşun alaşımlarının kaplanmasında, yani düşük oranlarda kalay miktarına sahip banyolarda buna özellikle dikkat edilmelidir. Kalay oranı düşük olduğunda daha çok stanik kalay oluşumuna bir eğilim vardır. Boylece kalay halden kaplanmaya geçen kalay miktarı stanik kalay oluşmasının artması oranında azalır.

Kurşun kalay banyosunun çalışması sırasında metalik kirlilikler banyodan uzak tutulmalıdır. Bu özellikle elektrik devrelerinin panellerinin kaplanmasında kullanılır.

Bakır bu bağlamda "kötü adam" rolündedir. Bakır derişimi 20 ppm'yi geçtiğinde, düşük akımın geçtiği alanlarda kaplama gözle görülür bir şekilde kararır. Bakır konsantrasyonu yükseldikçe, kalay tuzları yüksek değerlikli seviyeye oksitlenir. Hatta anodun yüzeyinin kurşun dioksit ile kaplanması ile kaplama üzerinde polarizasyon ve pürüzler oluşabilir. Neyse ki 0,1-0,2 A/dm^2 kullanılarak bakır çözeltinin içerisinden geri alınabilir.

Kaza eseri banyonun içerisine gümüş girdiğinde, gümüş çökelir ve kalayın bir miktarını oksitlendirir. Buda eğer filtre yardımıyla dışarı alınmazsa kaplama üzerinde pürüzlere yol açabilir.

Çinko en kötü sonucu ortaya çıkarabilecek olandır. Kadmiyum da çinkonun yakın bir akrabası olarak neredeyse aynı etkiye sahiptir. Kaplamaya baktığınızda kötü bir şey göremezsiniz.

Endişe verici olay lehim operasyonu sırasında ortaya çıkar. Lehim işlemi için ısı uyguladığınızda 100 ppm yapışkan olmayan, kum a benzeyen küçük parçalara ayrılmış ve ısı ile hemen kırılan bir hal alır. Erimiş alaşımda hareketsizliğe bir eğilim vardır. Bunun anlamı (Ders 18' de daha detaylı olarak ele alınacak) erimiş alaşımın ıslatma gücünü yitirmesidir (lehimin yüzeye eşit bir şekilde ve pürüzsüz bir şekilde yayılması). Çinkonun yakın bir akrabası olan kadmiyum da çinko ile nerdeyse aynı şekilde davranır. Bu yüzden çinko ve kadmiyum un çözeltiye girmesi engellemek için olası bütün yöntemler kullanılmalıdır. Çünkü alışılmış akım yoğunluğunda kaplama işlemini geri döndürmekten başka bir yöntemle çözeltiden geri alınamaz. Bu yöntem çok miktarda alaşımın zayi olmasına yol açar.

Nikel ve demir kaplamanın görünümünde hiçbir gözle görülür farklılığa yol açmaz. Nikel derişimi %0,02'nin üzerine çıktığında kalayın kaplamadan çıkmasına yol açar. Demir %0,02'nin üzerine çıktığında ise lehim daha sert ve kumlu hale gelir.

DİĞER REÇETELER

Özellikle elektrik devrelerinin bağlanmasında iyi olan geliştirilmiş kurşun-kalay banyosu formülasyonu aşağıdaki gibidir:*

Fluoborat olarak kalay	15 gr/lt
Fluoborate olarak kurşun.....	10 gr/lt
Serbest Fluoborik asit.....	400 gr/lt
Borik asit.....	25 gr/lt
Pepton.....	5 gr/lt

ÇALIŞMA KOŞULLARI:
Akım yoğunluğu: 5,4 A/dm^2
Sıcaklık: 24 °C
Anotlar: Kurşun-Kalay bileşimi eşit anotlarla kaplanır.

Özellikle alışılmış kalay-kurşun kaplamalarında kullanılan diğer bir bileşim ise aşağıdaki gibidir:

Fluoborat olarak kalay.....	52 gr/lt
Fluoborate olarak kurşun.....	30 gr/lt
Borik asit.....	120 gr/lt
Pepton.....	5 gr/lt

* Bu banyo en iyi dağılma gücünü sağlar.

ÇALIŞMA KOŞULLARI:
Akım yoğunluğu: 3,23 A/dm^2 yada daha fazla
Sıcaklık: 24°C
Anotlar: Ayrı ayrı kalay ve kurşun anotlar ya da kurşun-kalay bileşimine sahip anotlar.

Bu çözelti özellikle elektrikli şekil verme için mükemmel çalışmaktadır.

Pepton yerine alternatif akıcılık ve parlaklık sağlayıcı maddeler kullanılabilir. Örnek olarak 2 gr/lt Lignin sülfonik asit ile 1 gr/lt Kumarin kombinasyonu verilebilir.

BANYONUN KİMYASAL ANALİZİ

TOPLAM KALAY: Banyodan 5cc numune alın. 500 cc'lik erlenin içinde damıtılmış su ile 100 cc'ye seyreltin. Bundan sonra sırasıyla 50 cc konsantre hidroklorik asit, 10 gram demir tozu ve 1 gram sodyum bikarbonat ekleyin. Ağzını cam bir tıpa ile kapattıktan sonra 10 dakika kaynatın ve oda sıcaklığına kadar çok hızlı bir şekilde soğutun. Daha sonra fazladan 1 gram sodyum bikarbonat ilave edin ve 5 cc nişasta indikatörü ile titre edin. Sonlanma noktasına ulaştıktan sonra 10 saniye kadar 1 N iyodin çözeltisi ekleyin. (Bu, koyun rengin çalkalama sırasında 10 saniye kadar sürmesi demektir.)

... gr/lt Kalay = ... cc (kullanılan) x 1,19

STANNOUS (+2 DEĞERLİKLİ KALAY) OLARAK KALAY: Yukarıda olduğu gibi banyodan 5cc numune alın. 500 cc'lik erlende saf su ile 100 cc'ye seyreltin. 50 cc konsantre hidroklorik asit ve 5 cc nişasta çözeltisi ekleyin ve sonlanma noktasına ulaştıktan 10 saniye sonrasına kadar 0,1 N iyodin çözeltisi ile titre edin.

Kalay (+2) = kullanılan cc x 1,19
Stanik kalay = Toplam kalay miktarı -Kalay (+2)

KURŞUN: 5 cc numune alın ve 400 cc'lik bir behere koyun. 200 cc %10'luk sülfürik asit çözeltisi ekledikten sonra yavaşça 10 dakika boyunca kaynatın. Çökelti oturduktan sonra filtre yardımıyla darası alınmış gooch krozesinin üzerine alın. Birkaç defa ılık su ile yıkayıp kurutun, sonra krozeyi tekrar tartın.

... gr/lt Kurşun = Çökeltinin ağırlığı x 136,6

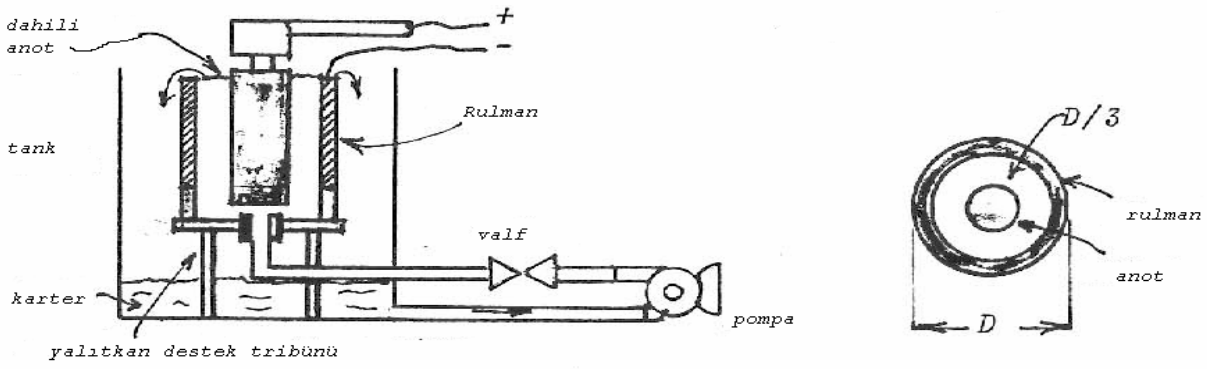
KATKI KİMYASALLARI: Şu anda kesin analitik metotlar olmadığından organik katkı kimyasallarını kontrol etmek zordur.

Eğer bu yapılsaydı bile, kaplama atölyeleri için çok detaylı ve uzun bir süreç olacaktı. En iyi yaklaşım Hull hücresi ve basit bir kesip deneme metotu kullanmaktır. Hücre üzerindeki kaplamayı fotoğrafladıktan sonra, katkı kimyasalını daha da artırıp (ya da düşürüp) tekrar fotoğraflayıp ya da olup bitene bakarak değişikliği gözleyebilirsiniz. Bunun gibi kullanılan fotoğraflar, paneller ve notlar pratik kaplama için yeterlidir bundan daha fazlası artık Analitik Organik Kimya' nın konuları arasına girmektedir.

PROBLEM 2: Bu problemde rulman yüzeylerinin iç kısmının kaplamasını yapmak zorundasınız. Burada bunun nasıl yapıldığı ve sizin bunu nasıl yapabileceğiniz anlatılıyor.

Eğer rulman yüzeyini bu çözelti ile kaplamak istiyorsanız, çapı rulman yüzeyinin çapının 1/3' ü kadar silindirik şekilli dökme anot kullanın. Kaplama sırasında anodun çapının rulman yüzeyinin çapının 1/6' sına gelmesine kesinlikle izin vermeyin. Anodun uzunluğu rulman yüzeyinin uzunluğundan her iki uçtan en fazla 2,5 cm taşacak kadar uzun olmalıdır. Anodun rulman yüzeyi boyunun 3/4' ü kadarlık bir kısmı maskeleme bandı ile kaplanmalıdır. Eşit bir karışım sağlanması için, kaplama çözeltisinin rulman yüzeyinin etrafında sirkülasyonu sağlanmalıdır aynı zamanda eğer mümkünse anotta kendi etrafında döndürülmelidir.

Şekil 2:
RULMAN KAPLAMASI



Normalde kurşun-kalay banyoları düzgün bir şekilde çalışırlar. Ama ihmalkâr davranılırsa sorunlar ortaya çıkabilir. Aşağıdaki hata giderme tablosu size bu konuda yardımcı olacaktır.

EKT–11–9

KURŞUN – KALAY HATA GİDERME TABLOSU

HATA	OLASI NEDENİ	ISLAH TEDBİRLERİ
Taneli kaplama, zayıf dağılma gücü	Banyoda yeterli pepton yok ya da yanlış pepton kullanılmış	Pepton ekleyin. Katı hali (B&A 119 2843) veya sıvı hali (B&A 119 2007) eklenebilir. (katı hali iyice çözülmelidir)
Pürüzlü kaplama	Banyonun içerisinde asılı kalmış maddeler, örneğin kir, anot artıkları, yanlış paketlemeden dolayı iplik ya da karbon parçaları.	Polipropilen veya Dynel muhafaza kullanarak süzün ve süzmeye yardımcı olmak için kağıt hamuru kullanın. [muhafazalar önce sıcak suda bekletilmelidir (65,5°C)]
Şerit şerit ya da yanık kaplama	Organik pislik ya da aşırı pepton kullanımı. Metalik kirlenme.	Karbonla muamele edip süzün. Doğru miktarda pepton ekleyin. Banyoyu 0,32 A/dm^2 akım yoğunluğu ile bir süre boşta çalıştırarak temizleyin.
Kaplamada yüksek kalay oranı	Banyoda aşırı kalay ve düşük kurşun Yanlış anot bileşimi Çok yüksek akım yoğunluğu. Banyoda aşırı pepton	Banyo bileşimini kontrol edip kurşun ya da kalay miktarını ayarlayın. Doğru kurşun–kalay bileşiminde anot kullanın Akım yoğunluğunu düşürün Karbonla muamele edip süzün. Doğru miktarda pepton ekleyin.
Kaplamada yüksek kurşun oranı	Banyoda aşırı kurşun ya da düşük kalay Çok düşük akım yoğunluğu. Yetersiz pepton. Banyoda aşırı karıştırma.	Banyo bileşimini kontrol edip kurşun ya da kalay miktarını ayarlayın. Akım yoğunluğunu artırın Pepton ekleyin. Karıştırmayı azaltın.

HATA	OLASI NEDENİ	ISLAH TEDBİRLERİ
Çözeltinin aşırı köpüklenmesi stanik kalay konsantrasyonu-nun artmasına, stannoz kalay konsantrasyonu-nun azalmasına neden oluyor.	Pompanın contalarının arasından hava emilmesi Banyoda aşırı karıştırma.	Pompa contalarını sıkılaştırın veya değiştirin. Karıştırmayı azaltın.
Yapışkan olmayan kaplama. Kaplama dağılımında problemler.	Temiz olmayan substrat. Metalik kirlenme (özellikle bakır).	Temizleme çevrimini gözden geçirin. Kaplamadan önce %10'luk fluoborik asite batırma ve durulama işlemini yapmıyorsanız, asitle dağlama operasyonunda hidroklorik asit ve sülfürik asit kullanımından kaçının. Banyoyu 0,32 A/dm^2 akım yoğunluğu ile bir müddet boşta çalıştırarak temizleyin.
Ara sıra meydana gelen voltaj zıplamaları sonucu lamine hale gelen kaplama.	Elektrik bağlantısının kaybolması	Kontak noktalarını temizleyin ve biraz daha sıkılaştırın.
Kaplama dizayn edilmiş sıcaklıkta erimiyor.	Yanlış kaplama bileşimi. Kaplama metalik pislikler yüzünden kirlenmiştir.	Banyo bileşimini ayarlayın. Banyoyu 0,32 A/dm^2 lik akım yoğunluğu ile bir müddet boşta temizleyin.
Kaplama lehim yapılabiliyor fakat cihazın analizi yapıldığında ortaya yanlış bir bileşim çıkıyor.	Cihaz yanlış koşullarda veya limitlerinin üzerinde çalıştırılmıştır.	Burada verilen metot ile kaplamanın analizini yapın.

KALAY-NİKEL ALAŞIMLARI

Kalay - nikel alaşımları asit tipi banyolardan elde edilen önemli bir alaşımdır. Kaplama hafif pembe-beyaz parlak

bir renge ve mükemmel bir dağılma gücüne sahiptir. Aynı zamanda paslanmaya karşı çok dayanıklıdır. Potansiyel kullanımlarından bir tanesi nikeli kaplamayı krom kaplamanın altından kurtarmaktır.

Kontrolü çok kolaydır ve bileşimindeki büyük değişikliklerin kaplama üzerinde dikkate alınacak bir etkisi yoktur. Aynı zamanda dekoratif olarak da kullanılmaktadır. Bu günlerde devrelerin kaplanmasında kullanılmaktadır.

Kalay araştırma enstitüsünde bu banyo ile yapılan ve kalınlığı kendisine temel alan araştırmalarda alaşım kaplamayı paslanamaya karşı nikel - krom kaplama kombinasyonundan daha fazla dayanıklılık göstermiştir.

REÇETE 1

Stannoz klorür ..... 50,2 gr/lt
Nikel klorür ..... 300 gr/lt
Sodyum florür..... 28,5 gr/lt
Amonyum biflorür..... 35,2 gr/lt

Banyo sıcaklığı 65° C ve akım yoğunluğu 2,7 A/dm^2 dir. Anot ve katot verimleri neredeyse %100 dür. Depo kısmı polipropilenden yapılmış ya da kauçuk, teflon veya polietilen ile astarlanmış çelikten yapılmış olmalıdır.

Genellikle banyo dengeli bir haldedir ve kullanılması kolaydır. 65-35 alaşımı değişik koşullarda oluşturabilir. Kaplama ve dağılma gücü gerçekten iyidir. Elektrik devresi kaplayıcılarının ilgisini çeken bir başka iyi özelliği ise kaplamanın çok yavaş bir şekilde "whiskers" oluşturmasıdır (Ders 18' de bu konu hakkında daha detaylı bilgi öğreneceksiniz).

İkinci bir zorluk alaşımın lehimleme yeteneği konusunda ortaya çıkar. Bu alaşımla lehimleme işlemi alaşım oluşturulduktan sonra 30 dakika içerisinde oldukça kolaydır. Hava ile temas halinde bu süreden sonra, alaşımın üzerinde bir film oluşmaya başlar. Eğer güçlü eritici madde kullanılmazsa, bu film lehimleme işlemini zorlaştırır.

Burada elektrik devreleri kaplanması için bir noktadan bahsetmek gerekli. Çok fazla sıkma veya çekme gerilmesi alaşımın kalıp yapma yeteneğini olumsuz yönde etkiler. Bu konuda daha fazla bilgiyi Ders 18' de bulacaksınız!

Tablo 2 size sıcaklık kontrolü ile sağlanabilecek bileşim varyasyonları hakkında bir fikir verecektir.

TABLO 2

Çalışma Sıcaklığı	**Kaplanan Sn (Kalay) %'si**
56 °C	67,0
77 °C	62,5
100 °C	60,5

Geliştirilmiş bir kalay-nikel kaplama reçetesi aşağıdaki gibidir.

KALAY-NİKEL REÇETESİ 2

Kalay klorür ($SnCl_2.2H_2O$)..... 50 gr/lt
Nikel klorür ($NiCl_2.6H_2O$)..... 250 gr/lt
Amonyum biflorür ($NH_4F.HF$)..... 40 gr/lt
Amonyum hidroksit (S.G. 0,880)..... 35 ml/lt

Taze bir çözelti, 9,29 dm^2 lik katot yüzeyinde 2,58 A/dm^2 lik bir akım yoğunluğunda yaklaşık 2,5 mikron kaplama oluşturur. Normal bir elektrik devresinin kaplanması için gerekli aralık genellikle 13 ila 76 mikron arasındadır.

ÇALIŞMA KOŞULLARI:

pH: En uygun değeri 2,5 dur.
Çalışma Sıcaklığı: En uygun değeri 70°C dir.
Normal Akım Yoğunluğu (Katodik): 2,58 A/dm^2 dir.
Anotlar: Kalay-nikel bileşimi 60-40 kalaydır. Polipropilen taşıyıcılar kullanılır.
Karıştırma: Hava kullanmayın. Katot çubuğunun hareketi ile ya da çözeltiyi pompalayarak veya ikini birlikte kullanın.
Tank: Teflon yada polietilen ile astarlanmış çelik yada katı polipropilen yada polietilen ile yapılmış tanklar kullanın.
Süzme: Çözelti ile temas edecek bütün maddeler teflon ile astarlanmış yada katı polipropilen yada polietilenden yapılmış olmalıdır.

DOLAP KAPLAMA: Bunun için Reçete 2 kullanılabilir.

Reçete 1 ve 2' den elde edilen kaplamalar çok sert olur ve 650 - 700 DPN arasındadır. Kaplama kırılgan bir yapıya sahip olsa da bu belirli bir problem ortaya çıkarmaz. Bu sertlik ve kırılganlığın nedeni kaplamanın iki metalli (intermetalik) bir bileşik olan Ni_2Sn_3 olmasıdır, bunun da yaklaşık %75' i kalay, %25' i nikeldir.

PROBLEM 3: Ni_2Sn_3 molekülü içerisindeki Nikel ve Kalay oranlarını atomik ağırlık tablosunu kullanarak bulunuz.

Nikel-kalay kaplamadaki zorluk kaplamanın çekme gerilmesi altında çok fazla kalmasından dolayı oluşmaktadır. Uygulama deneylerinde 7000 psi'ın üzerindeki çekme gerilmelerde kaplamanın kırıldığı görülmüştür. Gerilme sıfıra yakın bir değere düşürülmelidir ya da sıkma gerilmesi (bütün kırılmayı ortadan kaldırır) haline getirilmelidir. Bunun için banyonun 70°C nin biraz üzerinde çalıştırıldığından emin olunmalıdır. Elektrik devrelerinin kaplanması sırasında alınabilecek bir başka önlem ise Reçete 2' ye 50 gr/lt amonyum klorür eklemektir. Bu ekleme kaplamaya bir zarar vermeyeceği gibi çekme gerilmesinin oluşmasını engelleme olasılığına sahiptir. Eğer dolapta kaplama yapacaksınız bu ekleme gerçekten çok önemlidir.

ÇALIŞMA DEĞERLERİ

pH: pH' ı amonyak ve hidroklorik asit kullanarak kontrol edin. İzin verilen aralık 2,4 - 2,6 aralığıdır. 2,5 ta sabit kalmaya çalışın.

Sıcaklık: 65-35 alaşımı için çalışma aralığı 67-72 °C' dir. Sıcaklık değerini 1/2 °C değişecek şekilde tutunuz.

Anotlar: Banyoyu çalıştırmak için 3 değişik yöntem vardır: **1)** 65-35 bileşiminde dökme anotlar kullanmak. **2)** Her bir kalay anot için 2 tane nikel anot olacak şekilde, ayrı ayrı kalay ve nikel anotlar kullanmak. Eğer bu yöntemi seçerseniz, tortuyu önlemek için kalay anotlar kullanıldıktan hemen sonra banyodan çıkarılmalıdır (Soru: Neden tortu oluşacağını düşünüyorsunuz?) **3)** Sadece nikel anotlar kullanabilir, kalay eklemesini stannoz (kalay) klorür kullanarak yapabilirsiniz. Nikel anotlar hafta sonu ya da daha uzun operasyonu durdurma işlemleri sırasında banyodan dışarı çıkarılmalıdır. Çünkü nikel çözelti içerisinde çözünme eğilimi içerisindedir, bu da çözelti içerisinde nikel iyonlarının artmasına yol açar. Kaplamadaki parçacık pürüzlerinin azaltılması için, anotlar polipropilen bir örtüyle kaplanmalıdır.

Sürekli süzmenin iyi bir işlem için olması zorunludur. Selüloz süzgeçler ve süzmeye yardımcı olacak ince kağıtlar, eğer çok küçük parçaların süzülmesi isteniyorsa gereklidir.

Hava ile karıştırma işlemi bu tip banyolarda kullanılmamalıdır. Havanın içerisindeki oksijen kalayı kaplanmayan stanik hale oksitler. Karıştırma yatay veya dikey hareket ile, dönme hareketi ile, ya da çözeltinin pompalanması veya ses yardımıyla yapılmalıdır.

ÖNEMLİ: İlave yapılması gerekiyorsa birazdan anlatılacağı gibi gerçekleştirin: Küçük bir kapta ya da tankta gerekli tuzları vb. çözün. Daha sonra doğru pH değerine ayarlayıp yavaşça ana tanka ekleyin. Bu tarz ekleme bölgesel değişiklerin oluşması olasılığını düşürdüğü için kaplamanın kalitesinde bir değişikliğe yol açmayacaktır. Genellikle bir çalışma gününün sonunda eklemeler yapmak akıllıcadır. Bu sayede balon oluşumu yüzünden işlemin gerisine giremeyecek eklentiler engellenmiş olur.

ÇALIŞMA UYARILARI (OSHA NOTLARI): Çözelti ile çalışılırken kauçuk eldivenler giyilmelidir. Korozif (aşındırıcı) olup, büyük **K** harfi ile gösterilir. Tankların havalandırmaya sahip olduklarından emin olun. Çözeltinin üzerinde plastik yüzen parçalar kullanarak asit buğusunun yükselmesini engelleyin.

BANYONUN KONTROLÜ

Çözeltinin bileşimi kimyasal analizlerle hali hazırda kontrol edilmektedir.

UYARI: Analiz için alacağınız örnekleri ağız yardımıyla pipete almayınız eğer dişlerinizin erimesi istemiyorsanız. Otomatik pipetler kullanınız bu operasyon için.

KALAY: Ders sonunda verilmiş referanslara bakınız.

FLORÜR: Ders sonunda verilmiş referanslara bakınız.

NİKEL: Ders sonunda verilmiş referanslara bakınız.

KLORÜR: Genellikle gerekli değildir. Eğer bu metot kullanılırsa kalay klorür eklenmesinin sonucunda çözeltide klorür oluşumu görülür. Ama bu oluşum diğerlerine göre oldukça yavaştır. Banyonun sıcaklığı düşürüldüğünde tekrardan kristal hale geçerler. Eğer bu oluşursa çözeltiyi halen sıcakken ikinci bir tanka pompalamak gerekmektedir.

(ama bu yeni tankın malzemesinin çözeltiye dayanıklı doğru bir madde olduğundan emin olunmalıdır). Daha sonra bir hafta sonu ya da bir gece boyunca soğumaya bırakın. Daha sonra temiz çözeltiyi işlemin yapıldığı tanka aktarın, amonyum klorür kristallerini kazıyarak sildikten sonra bunları polietilen bir kabın içerisinde ileriki kullanımlar için saklayın.

Eğer işlem sırasında organik pislikler mevcut ise, bu kaplamanın yapışma kabiliyetini zedeleyecektir. Bunları aktif karbon süzgeçler kullanarak çözeltiden çıkarmalısınız. Bunun için 3-5 gr/lt kaplama çözeltisi kullanın. 70 ^{o}C de en az 3 saat çalıştırın.

Çözeltinin kurşun, bakır, kadmiyum, çinko, antimon ve demirle temasından kaçının. Metalik kirlenmeyi azaltmak için Bakır çözeltinin 1-3 A/ft^2 e uygulanarak serbest bırakılması sonucu ayrılabilir. Diğer metaller sadece kaplama işlemi yardımıyla çözeltinin içinden alınabilirler.

ÇİNKO-KALAY BANYOLARI

Çinko-kalay alaşımları geliştirilmesinin sebebi arzu edilen bir özelliğe sahip olmalarından kaynaklanmaktadır. Bu alaşımlar uzun süre boyunca lehimlenebilme özelliğini kaybetmezler. Buna ek olarak çok yüksek bir paslanma direnci gösterirler. Bunun için tipik formülasyon aşağıdaki gibidir:

ALKALİ SİYANÜR ÇİNKO-KALAY FORMULÜ

Potasyum stannat.....	120 gr/lt
Çinko siyanür	9 gr/lt
Potasyum siyanür.....	32,2 gr/lt
Potasyum hidroksit	8,24 gr/lt

Çalışma sıcaklığı 65,5 ^{o}C dir. Akım yoğunluğu en çok 8,07 A/dm^2 olabilir. Astarsız çelik tanklar kullanılabileceği gibi, polietilen veya polipropilen ile astarlı ya da tek parça tanklar daha çok tercih edilir. 80 kalay - 20 çinko alaşımlı anotlar kullanılır.

Siyanür içermeyen bir diğer alkali reçete ise pirofosfatlı reçetedir. Bunun yanı sıra eğer çinko tuzları yerine kadmiyum tuzları kullanılırsa, bu yöntem kalay-kadmiyum alaşımı yapmak için de kullanılabilir.

EKT-11-16

PİROFOSFATLI KALAY-ÇİNKO BANYOSU

Potasyum kalay pirofosfat ($K_6\{Sn(P_2O_7)_2\}$.... 0,05 N
Potasyum çinko pirofosfat ($K_6\{Zn(P_2O_7)_2\}$.... 0,55 N
Potasyum pirofosfat $K_6(P_2O_7)$..... 1,20 N
Tutkal..... 1 gr/lt

ÇALIŞMA KOŞULLARI:
Çalışma Sıcaklığı: 60°C
Akım Yoğunluğu: 2,15 A/dm^2
Anotlar: 80 kalay - 20 çinko döküm anotlar kullanın.

TANK: Polietilen astarlı çelik, katı polipropilen ya da polietilen. Paslanmaz çelik veya teflon ceketli dalgıç ısıtıcı ya da bir eşanjör kullanarak ısıtın.

Çözelti çinko eklenmesine çok duyarlıdır. Reçetedekinden daha fazla çinko kullanımı kaplamadaki çinko miktarını önemli ölçüde artırır. Banyo buna karşılık kalay eklenmesine aynı şekilde duyarlı değildir. Alaşımdaki kalay oranı kalay eklenmesi olsa dahi sabit kalmaktadır.

NOT: Burada banyonun bileşimi normalite cinsinden verilmiştir. Bunları gr/lt'ye çevirmeye çalışınız. Ders sonundaki sınavda böyle bir soruyla karşılaşabilirsiniz! Eğer normalitenin ne demek olduğunu unutmuşsanız 5. Derse geri dönüp hızlı bir tekrar yapabilirsiniz.

Birinci reçete potasyumla yapılmış da olsa, aynı miktarda sodyum tuzları kullanılarak biraz daha ucuz bir çözelti hazırlanabilir (potasyum tuzları sodyum tuzlarından daha pahalıdırlar). Bu ikinci reçeteyi burada vermeyeceğiz, onu sizlere alıştırma olarak bırakıyoruz. Bu sayfadaki boşluğa yazabilirsiniz. Bir başka deyişle Reçete-2, Reçete-1'in eşit miktarlarında sodyum tuzları ile yapılmış halidir. Deneyin! Bu da sınavda size sorulabilir.

Düşük maliyet dışında (bu tabii ki önemli!) ikinci formülün birincisine göre hiçbir üstünlüğü yoktur. Her ikisi de %30-35 kalay oranına sahip, yoğun ve oldukça küçük taneli bir kaplama oluştururlar. Her iki banyodan elde edilen kaplama da paslanmaya karşı dayanıklıdır. Düşük akım yoğunluklarında her iki reçete de yüksek katot verimine sahiptirler, mesela %96 gibi. Akım şiddeti yükseldikçe Reçete-2'de katot veriminde keskin bir düşüş görülürken Reçete-1'de görülmez.

Örneğin, Reçete-2'nin katot verimi 2,15 A/dm^2 de %60'a kadar düşer. Reçete-1'de ise bu şartlarda katot verimi %80'in biraz üzerindedir. Bu Reçete-1'in öncelikli avantajıdır. Yüksek katot verimi demek, aynı enerji miktarı kullanılarak daha yüksek üretim oranı yakalamak demektir. Reçete-1'i kullanmak sadece sizin üretim miktarınızı arttırkla kalmaz, aynı zamanda enerjiden tasarruf sağlamanızı sağlar. Enerji krizinin büyüdüğü şu son günlerde, sizler de kaplamacılar olarak kendi işinizde enerji tüketimini olabildiğince ekonomik seviyede tutmalısınız.

KAPLAMANIN KOMPOZİSYONU: Bütün alaşımların gerçek bileşimlerinde olduğu gibi, bu oran polarizasyon eğrilerine bağlıdır. Bir başka değişle, bunun sıcaklıktaki, karıştırma hızındaki ve bileşimdeki değişimine bağlıdır. Kaplamadaki çinko miktarı çözeltideki çinko iyonlarının miktarının artmasıyla artar. Daha fazla çinko tuzlarının ve stanat iyonlarının oluşmasına yol açan potasyum hidroksitin eklenmesi kaplamadaki çinko oranının artmasına yol açar. Benzer olarak bu eklenen moleküllerin azalması da çinko miktarının azalması yol açar. (Neden?)

Katot verimi her iki banyo için de, akım yoğunluğu arttığında, sıcaklık düştüğünde, çinko miktarı düştüğünde ya da siyanür miktarı düştüğünde azalır.

80 kalay - 20 çinko alaşımı lehimleme işleminde kullanılır olmasına rağmen, uzun süre açık havada kaldığında bu özelliğini kaybeder.

KALAY-KADMİYUM ALAŞIMLARI

Çinko-kadmiyum alaşımlarında olduğu gibi kalay-kadmiyum alaşımları da tropikal atmosferlerde paslanmaya karşı yüksek direnç gösterirler (çinko-kadmiyuma göre biraz daha kuvvetlidirler). Size 2 değişik tipte asit banyosu bileşimi vereceğiz. Bu iki banyo iki değişik bileşimde alaşım üretilmesine imkan sağlayacaklar.

EKT-11-18

KALAY-KADMİYUM FLUOSİLİKAT BANYOSU

KOMPOZİSYON	ELDE EDİLEN KAPLAMADA	
	%25 Kalay	**%50 Kalay**
Fluosilikat olarak Sn^{++}	7,0 gr/lt	14 gr/lt
Fluosilikat olarak Cd	60,0 gr/lt	60 gr/lt
Amonyum florür $(NH_4)F$	50 gr/lt	50 gr/lt
Polietilen glikol	3 gr/lt	3 gr/lt
İyonik olmayan ıslatma kimyasalı*	5 gr/lt	5 gr/lt

Akım yoğunluğu: 2,15 A/dm^2
Çalışma Sıcaklığı: 20-25°C
pH: 2,5

Kalay-florür iyonları oranı yaklaşık 1:6 olarak tutulmalıdır.

Anotlar kaplanacak madde ile aynı bileşime sahip döküm olmalıdır. Anotları polipropilen çantalarla sıkıca sarılmalıdır.

Kalay-kadmiyum alaşımları alkali banyoları kullanılarak da kaplanabilir aşağıda verileceği gibi. Yine iki değişik bileşime sahip banyo vereceğim ve bu işlemlerin sonucu yine iki değişik bileşimde kaplama oluşacaktır.

KALAY – KADMİYUM BANYOSU

KOMPOZİSYON	ELDE EDİLEN KAPLAMADA	
	%25 kalay	**%50 kalay**
Kalay^{+4} oksit	30 gr/lt	30 gr/lt
Kadmiyum oksit	5 gr/lt	5 gr/lt
Sodyum siyanür	50 gr/lt	25 gr/lt
Sodyum hidroksit	14 gr/lt	14 gr/lt
ÇALIŞMA KOŞULLARI		
Çalışma sıcaklığı:	65°C	65°C
Katot akım yoğunluğu:	2,15 A/dm^2	2,15 A/dm^2
Katot verimi:	%80	%60
Anot akım yoğunluğu:	20	20
Anot verimi:	75	60

Anotlar: Kaplama ile aynı bileşimde anot kullanın. Üzerine polipropilen örtü giydirin. Anotta stanat oluşumundan kaçının. (bkz: Kalay kaplama)

---

* Islatıcı olarak oktodesil alkol ve etilen oksidin yoğunlaşma ürününü tercih edin. Diğer non-iyonik kimyasallar da aynı işi görmektedirler.

Aynı reçeteler potasyum tuzları ile de hazırlanabilir. Bu şekilde daha yüksek anot verimleri (%90-100) ve biraz daha yüksek katot verimlerine erişilebilir.

Önem ihtiva eden bir diğer ikili alaşım kaplama çeşidi de nikel-çinkodur. Bu alaşımın kaplaması korozyona karşı iyi direnç gösterir. Şaşırtıcı ama, ferröz metallerin altına uygulananan koruyucu kaplamada bu alaşımın korozyon direnci saf çinko kaplamaya nazaran iki kat daha yüksektir. Sertlik derecesi saf çinkonun yaklaşık altı katıdır. %25 nikel içeren kaplamalar daha yüksek korozyon direncine sahiptirler. Bununla birlikte yaklaşık %10-15 nikel içeren alaşımlar biraz daha yüksek korozyon direnci göstermekte ve buna ilaveten bir başka değere daha sahiptirler: Bu bileşimdeki alaşımlar, saf çinko kaplamadakine oldukça benzer şekilde parlak daldırılabilirler, ayrıca da iyi şekilde kromatlanabilirler!

ASİTLİ NİKEL-ÇİNKO BANYOSU

Nikel sülfat $NiSO_4.7H_2O$ ..... 150 gr/lt
Çinko sülfat $ZnSO_4.7H_2O$ ..... 200 gr/lt
Borik asit ..... 20 gr/lt
Paratoluen sülfonik asit ..... 2 gr/lt

ÇALIŞMA KOŞULLARI
Akım yoğunluğu: 1,1 - 3,23 A/dm^2
Sıcaklık: 30-60°C
pH: 5-6,5
Katot verimi: %90
Alaşımın nikel içeriği: %10-15

Aynı zamanda aşağıdaki alkali banyosu kullanılarak da iyi bir kaplama elde etmek mümkündür.

ALKALİ NİKEL-ÇİNKO BANYOSU

$ZnSO_4.7H_2O$ ..... 80 gr/lt
$NiSO_4.7\ H_2O$ ..... 40 gr/lt
Konsantre NH_4OH ..... 50 ml/lt
Setil trimetil amonyum bromür ..... 5 gr/lt

ÇALIŞMA KOŞULLARI

Karıştırma: Basınçlı hava
Akım yoğunluğu: 1,1 - 3,23 A/dm^2
Sıcaklık: 30°C
pH: 11
Kaplamadaki çinko yüzdesi: % 30-85 arasında değişebilir.
Anotlar: Saf nikel veya çinko anot kullanın ve banyoyu ikmal ederken sırasıyla çinko oksit ya da çinko klorür ekleyin.
Analiz metotları için ders sonundaki referanslara bakın.

Buraya kadar gördüğümüz bütün alaşımlar pratik olarak kullanılan ve diğer tip kaplamaların yerine gelebilecek ticari alanlarda kullanılan alaşımlar idi. Şimdi ise daha ilginç ikili alaşımlardan birkaçını inceleyeceğiz. Bu yeni tip alaşımların kullanımı günümüzde sınırlı olmasına rağmen gelecekte büyük bir potansiyele sahiptirler. Listenin başında manyetik hafıza cihazları alanında yüksek bir potansiyele sahip olan demir-nikel alaşımları var (bu sınıftaki alaşımlar ve bunlarla yakın özelliklere sahip olanlar ders 18' de daha detaylı olarak incelenecekler). Aşağıda bir örnek verilmiştir:

ASİTLİ NİKEL-DEMİR BANYOSU

$FeSO_4.7H_2O$ ..... 13 gr/lt
$NiSO_4.7\ H_2O$ ..... 139 gr/lt
Borik asit ..... 30 gr/lt
1,3,6 Naftalin trisülfonik asit ..... 5 gr/lt

ÇALIŞMA KOŞULLARI

pH: 2,5
Katot akım yoğunluğu: 5,4 - 9,7 A/dm^2
Sıcaklık: 60°C
Anotlar: Demir, nikel tuzları ile ikmal edilmelidir.
Tank: Nikel kaplama için önerilenin aynısı.
Bu banyo çok güçlü metal yapraklar yapabilme özelliğine sahiptir (Çekme Gerilmesi: 200.000 psi!). Bu özellik düşük ağırlıkta ve çok güçlü yapıya sahip tabakalı malzemeler yapmakta kullanılmaktadır.

EKT-11-21

TUNGSTEN ALAŞIM BANYOLARI

Tungsten sıcaklığa dayanıklı, güçlü ve paslanmaz bir metal olduğundan kobalt, demir veya nikel kullanılarak başarılı olarak kaplanabilmektedir.

TUNGSTEN-KOBALT ALAŞIMLARI

Kobalt sülfat..... 12,6 gr/lt
Sodyum tungstat..... 65 gr/lt
Sitrik asit..... 66 gr/lt

pH'ı amonyakla 7'ye ayarlayın. Banyo sıcaklığı: 88 °C. Katot akım yoğunluğu 2,15 - 16 A/dm^2. Katot verimi yaklaşık %25. Akım yoğunluğu düştükçe kaplamada daha az miktarda tungsten gözükmektedir. 16 A/dm^2 de yapılan kaplama %50 daha fazla tungsten içerir.

ANOTLAR: Anot olarak çözünmez platin anotlar, tungsten anotlar, kobalt anotlar ya da kobalt-tungsten karışımı kullanılabilir.

TANK: Cam ya da cam astarlı çelik

Her zaman pH'ı amonyakla ayarlayarak 7'de tutmaya özen gösterin.

TUNGSTEN-DEMİR BANYOSU

Sodyum tungstat..... 10 gr/lt
Demir (ferröz) sülfat..... 18 gr/lt
Sitrik asit..... 66 gr/lt
Trietanolamin..... 27 gr/lt

Banyo pH'ı 8 olmalıdır, amonyakla doğru değere ayarlayın. Banyo sıcaklığı: 82 °C. Katot akım yoğunluğu 5,4 A/dm^2
Anotlar: Çözünmez anot olarak davranabilecek olan demir anotlar.

TUNGSTEN-NİKEL BANYOSU

Nikel sülfat..... 20 gr/lt
Sodyum tungstat..... 50 gr/lt
Sitrik asit..... 66 gr/lt

pH: 7. Amonyak ile bu değere ayarlayın.
Katot akım yoğunluğu: 7,5 - 16 A/dm^2. Verim %40.
Banyo sıcaklığı: 82 ^{o}C.
Anotlar: Çözünmez anot olarak davranabilecek olan nikel anotlar.

GÜMÜŞ-KADMİYUM ALAŞIM BANYOSU

Gümüş-kadmiyum alaşımlar kararmayan özellikler göstermektedir.

Kadmiyum siyanür.....	41,2 gr/lt
Gümüş siyanür.....	13,5 gr/lt
Sodyum siyanür.....	60 gr/lt
Amonyak	1,9 gr/lt
Sodyum karbonat.....	11,2 gr/lt

Katot akım yoğunluğu: 1,1 - 3,23 A/dm^2.
Banyo sıcaklığı: 49 ^{o}C.
Anotlar: Ayrı ayrı kontrol edilmesi koşuluyla gümüş ve kadmiyum anotlar.
Tank: Kauçuk astarlı çelik, paslanmaz çelik.

GÜMÜŞ-KURŞUN RULMAN ALAŞIMI

Gümüş siyanür.....	30 gr/lt
Potasyum siyanür.....	22 gr/lt
Bazik kurşun asetat.....	4 gr/lt
Potasyum tartarat.....	47 gr/lt
Potasyum hidroksit.....	5 gr/lt

Önce 1/2 si potasyum siyanür olan sulu çözelti içerisinde içinde gümüşü çözün. Daha sonra kurşun tuzlarını ayrı ayrı tartarat ve hidroksit çözeltileri içerisinde çözün. Her iki çözelti de temiz olmalı ve karıştırma sonrasında da temiz kalmalıdır.

Banyo sıcaklığı: 26,7 ^{o}C.
Katot akım yoğunluğu: 0,54 - 1,72 A/dm^2.
Kurşun katkılı gümüş anotlar kullanınız.
Kaplamadaki kurşun oranı: yaklaşık %4 (Eğer arzu edilirse %96 Ag %4 Pb içerikli dökme alaşım anotlar kullanılabilir.)

Bu verilenler mümkün olan alaşım kombinasyonlarından sadece birkaçıdır. Sizlere bu konuda bir fikir vermesi için verilmiştir. Bu alan gerçekten geniş bir alandır.

EKT-11-23

Artık alaşım kaplama dersinin sonuna geldik. Umarım bu konuyu çalışmaktan zevk almışsınızdır. Burada alaşım kaplamanın geleceği ile ilgili birkaç kelime söylemek istiyorum.

Alaşım kaplama (tek metal kaplama ile birlikte) geleceği temsil etmektedir sizin açınızdan. Neden? Çünkü size başka hiçbir şekilde elde edemeyeceğiniz ilerlemeler sağlamaktadır. Bu özellikleri şöyle sıralayabiliriz: Sertlik, çekme gerilmesi, aşınmaya karşı dayanıklılık, yansıtıcılık, kayma sürtünmesi ve bunun gibi birçok özellik. Bunların dışında belki de en önemli özelliği malzemeleri koruma özelliğidir. Yıllar boyunca doğal kaynakların korunması konusuna önem verdim ve dünyanın sonsuz bir malzeme kaynağı olmadığında karar kıldım. Tungsten ve cıva gibi birçok maden yok olmaya yüz tutmuş durumdalar. Bu durumu engellemenin en olabilir yolu daha az kullanarak daha çok iş yapabilmek. Elektrometal kaplama ve alaşımların elektrometal kaplaması işte bu amaçla yapılmaktadır. Eğer kritik malzemeleri daha az kullanarak daha uzun süre dayanabilen ürünler yapabilirseniz, sadece atıkları azaltmak yoluyla çevreye fayda sağlamış olmazsınız, aynı zamanda enerji ve madenleri yok olmaya karşı korursunuz.

Şimdi hayal gücümüzü kullanarak birkaç olasılığı gözden geçirelim. Örneğin, metallerin ve düşük sürtünme özelliklerine sahip grafit ve molibden sülfat gibi maddeler veya alaşımların beraber kaplanması sonucu imal edilecek yeni nesil rulmanlar, makine çok önemli olan kullanım ömrünü büyük ölçüde artırır.

Nikel-molibden elektrometal kaplama alaşımları maddelere mükemmel bir sertlik özelliği sağlarlar. Nikel, demir, kobalt ile birlikte kaplanan aluminyum oksit, karbidler ve nitritler ve hatta elmas tozu materyallerin defalarca kaplanarak kullanılabilmesini sağlar.

Manyetik alaşım kaplama bugünlerde gelişmeye başlayan çok geniş bir alandır. Milyonlarca km uzunluğundaki televizyon kasetlerinin gelişmiş manyetik alaşımlar ile kaplandığını düşünün. Aynı şekilde bilgisayarı ve manyetik hafızalarını düşünün. Alaşımların kaplama sırasında kazandırdığı özel elektriksel, manyetik ve elektronik özellikler neredeyse sınırsızdır.

Diğer bir inanılmaz gelişme, alaşımların kaplanmasının sıvı olmayan çözeltiler ile gerçekleştirilmesiyle olacaktır.

Bunun anlamı paslanmaya daha fazla dayanıklı ve çok özel yüzey özelliklerine sahip, aluminyum, magnezyum ve titanyum içeren ağır metal alaşımları elde etmenin mümkün olacağıdır.

Eğer bu gelecekten gelen dalga sizin de ilginizi çektiyse sörf tahtanızı alıp üzerinde kaymaya şimdiden başlayın!

Şimdi elektrometal kaplamayı bırakıp elektrokinetik konusuna başlayabiliriz. Konuyu burada neden hızla değiştirdiğimizi merak edebilirsiniz ama, bu bahsedeceğimiz konuya bir sonraki derse göreceğimiz elektrikli boyamada ihtiyacınız olacak.

ELEKTROKİNETİK OLGULAR *

Şimdi anlatılacak konu sadece birkaç yıl önce laboratuvardaki bir çalışma sonucu ortaya çıkmıştır. Bazı uygulamaları yapılsa da bazı bulguların uygulama sonuçları istikrarsızlık göstermektedir. Geçen yirmi yıl içerisine en azından bir tanesi, elektroforez, çok geniş endüstriyel uygulamalara sahiptir. Diğerleri uygulamalar için doğru zamanın gelmesini beklemektedirler.

En önemli elektrolitik olgu, elektrokinetik etki başlığı altında ortaya çıkmıştır. Kinetik hareket demektir ve elektro kinetiğin anlamı elektriksel yüklerin hareketi demektir. Aşağıda dört tane birbiriyle ilgili ama beşincisi biraz diğerlerinde uzak olan beş fenomen sıralanmaktadır:

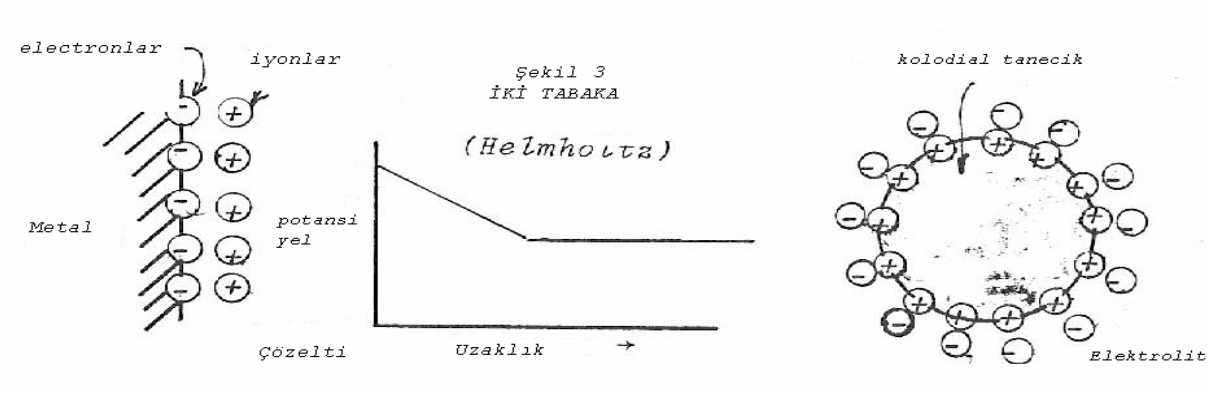
1. AKIŞ POTANSİYELİ
2. ELEKTRO-OSMOZ
3. ELEKTROFOREZ
4. DORN ETKİSİ
5. ELEKTRO-DİYALİZ

Yukarıdaki bütün olaylar şu gerçeğe dayanmaktadır: Ne zaman iki faz arasında bir arayüzey oluşursa (örneğin katı-sıvı) yüklerin ayrılması adı verilen bir olay meydana gelir, (bakınız Şekil 3). Bu ayrılmanın sebebi henüz tam olarak bilinmese de, sıvı fazdaki bazı iyonların katı faz tarafından emilmesi sonucu oluştuğu düşünülmektedir.† Bu olay ikili tabaka olarak adlandırılmaktadır.

---

* Elektrokinetik olgular (fenomenler) hakkında Ders 18' de daha fazla bilgi bulunmaktadır.

† Diğer olası bir sebep ise iki faz arasındaki kontak potansiyelidir.



Elektrometal kaplama başladığında katotta oluşan ince difüzyon filmi, bahsedilen ikili tabaka olarak elektrometal kaplamada büyük öneme sahiptir. (bakınız: Ders 5)

Eğer iki faz arasındaki yüklerin birbirlerine göre hızlarına göre ayrılırlarsa, iki olay meydana gelebilir: **1.** Elektriksel potansiyel değişebilir. **2.** Elektriksel kontağın olduğu yüzeyler arsında elektrik akımı oluşabilir (her zaman aklınızda bulunsun: yüklü parçacıkların hareketi elektrik akımı oluşturur). Bu iki maddeyi aklınızda tutarak öncelikle akış potansiyeli konusunu ele alalım.

AKIŞ POTANSİYELİ

Sıvı bir madde herhangi bir kuvvetin yardımıyla ince bir tüpten ya da paralel olarak bir araya getirilmiş bir çok tüpten geçirildiğinde, tüplerin iki ucu arasında ya da tüp boyunca potansiyel farkı oluşur.

Şu sırada bu olgunun hiçbir ticari uygulaması bulunmamaktadır. Fakat üzerinde biraz düşünüldüğünde ve ilgi gösterildiğinde ileride olacaktır.

ELEKTRO OSMOZ

Bu olgu akış potansiyelinin gerisi olarak görülebilir. İçerisinde sıvı bulunan kılcal tüplerin iki ucuna potansiyel farkı uygulanırsa, içerdeki sıvı tüpün dışına doğru akmaya başlar. Bu akış elektro ozmotik basıncın hidrostatik basınca eşit olduğu zamana kadar devam eder. (Bakınız Şekil 3). Gelecek derste elektro ozmozun elektro boyama konusundaki uygulamalarını göreceğiz.

Bu konuyla ilgili olan diğer bir olgu ise, suyun kaplama işleminde kullanmak amacı ile arıtılması olayıdır. Bu olaya ters ozmoz adı verilmektedir. (Bu konu ders 19'da kaplama konusunun su kaynakları ve kirlenme ile ilgili yönleri tartışılırken göreceksiniz).

ELEKTRO DİYALİZ

Elektro diyaliz elektrik akımı sayesinde sadece belirli iyon yada moleküllerin bir zardan (membran) geçiş işlemidir. Bu olay diyaliz işleminin temellerine dayanmaktadır (insan böbreği için kullanılan işlemin aynısı). Bu da sıvının içerisinde çözünmüş bazı büyük moleküller zardan geçemezken daha küçük moleküllerin geçebilmesi olayıdır. Bu işlem elektrik akımı ile birlikte kullanıldığında elektrometal kaplama işleminde önemli bir saflaştırma potansiyeline sahiptir. Bu konu ders 19'da daha detaylı bir şekilde tartışılacaktır. Basitçe, bu konu elektrolitik iyon değişimi olarak düşünülebilir.

DORN ETKİSİ

Diğer bir olağan olmayan elektrolitik olgu da budur. Yerçekimi gibi kuvvetlerin etkisinde parçacıkların bir sıvının içerisinde hareketi sonucu potansiyel farkı oluşmasıdır. Bu olay elektroforezin tersi olarak da adlandırabilir. Şu anda bu konunun hiçbir ticari uygulaması bulunmamaktadır.

ELEKTROFOREZ

Elektroforez proteinler ve mikroskobik parçacık kümeleri örneğin koloidler gibi nisbeten büyük moleküllerin içerisinde bulundukları sıvıda elektrik alanı dolayısıyla hareket etmeleri olayına verilen isimdir. Elektro osmoz olayında sıvı katının içerisine doğru hareket ederken, elektroforez olayında katı sıvının içerine doğru hareket etmektedir.

Bu olgunun en büyük uygulama alanı elektrikli boyama ve kompozit kaplamadır. Bu konu üzerinde daha detaylı şekilde inceleyeceğiz.

Elektroforez nedir? Elektroforez elektrik akımı varlığında sıvı içerisindeki parçacıkların hareket etmesi olayıdır.

Parçacığın sahip olduğu yüke bağlı olarak (artı ya da eksi), parçacıklar anoda ya da katoda doğru hareket ederler.

ELEKTROFOREZ NEDEN ÖNEMLİDİR?

Kauçuk ve plastik gibi iletken olmayan maddeler elektroforez yardımıyla kaplanabilirler (genellikle anotta). Bu oluşan çeşitli ürünlerin birçok kullanım alanı bulunmaktadır. Şu zamana kadar çok ilgilenilmeyen bir yöntemdir ve çok büyük bir potansiyele sahiptir.*

Elektroforez sırasında ne olduğunu anlamak için size biraz teorik bilgi sunacağım. Şekil 4'teki diyagramı düşünün. İletken olmayan delikli bir diyafram sayesinde su farklı iki bölmeye ayrılmıştır. İki farklı madde kontak haline getirildiğinde, ara yüzün her iki kısmında zıt elektrik yükleri oluşmaktadır. Suyun topraktan yapılmış diyafram ile kontağı sırasında, su molekülleri şekilde gösterildiği artı yükle yüklenir. Eğer gösterildiği gibi bir anot ve katot yerleştirirseniz, ve bir potansiyel uygularsanız(su iyi bir iletken olmamasına rağmen akımı geçirir) ve toprak diyaframı sabitlerseniz, artı yüklü su molekülleri diyaframdaki deliklerden katoda doğru gitme eğilimi gösterirler. Katot bölümündeki su miktarı ile diğer bölgedeki su miktarı dengeye gelen kadar bu işlem devam eder. Bu olaya elektro ozmoz denilir. Eğer iki bölmeyi cam bir sifon tüp ile su seviyeleri aynı olacak şekilde birleştirirseniz, akım uygulandığı sürece devamlı bir su akışı gözlemlersiniz. Bu deneyi 80 - 110 volt akım voltajı ve bakır elektrotlar kullanarak yapabilirsiniz. (Lütfen dikkatli olunuz!!)

Kaplama suyunu temizlemek için kullanılan ve basıncın suyun ters istikamette gitmesine yol açtığı yönteme ters ozmoz adı verilmektedir.**

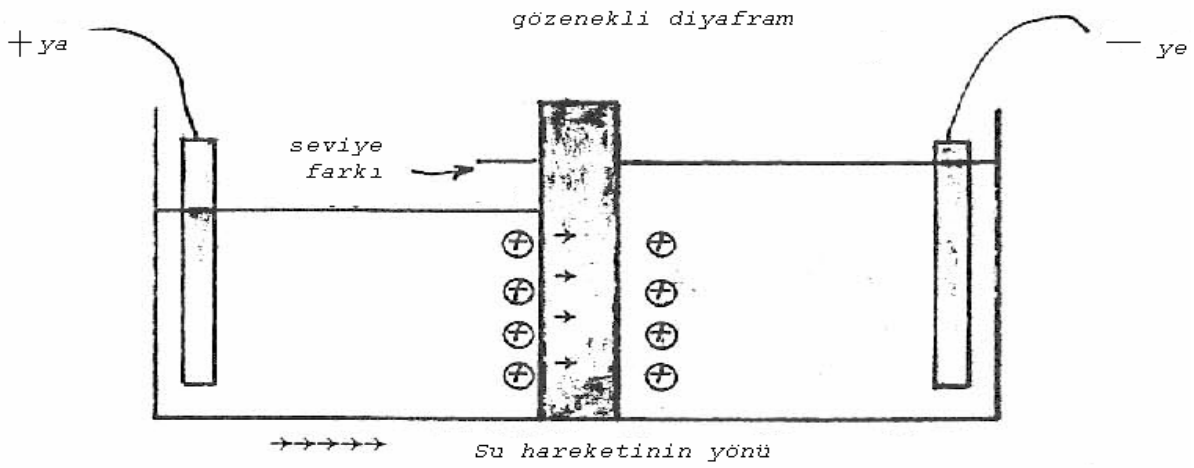
---

* Bu metot son 10 yılda çok geliştirilmiştir ama henüz el değmemiş birçok bölümü vardır.

** Bu konu 19. Ders'te ele alınacaktır.

Şekil 4

ELEKTRO - OZMOZ



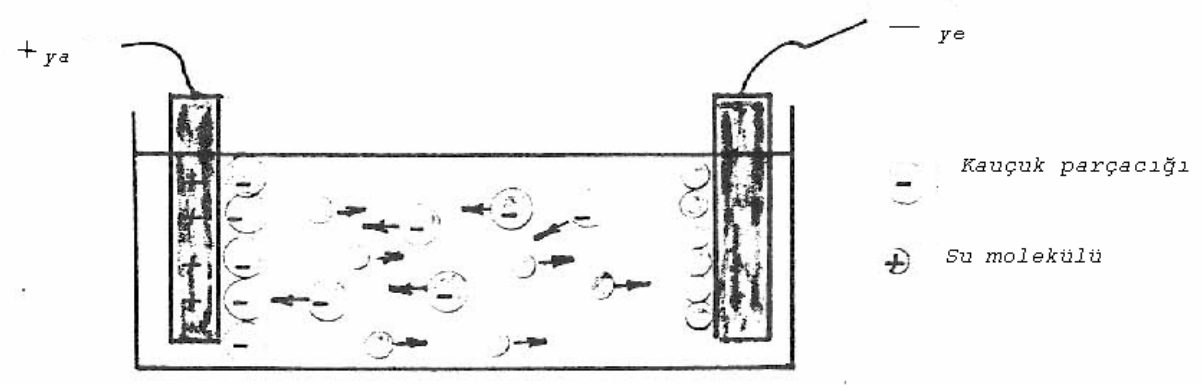
Burada katı faz suyun ya da sıvının elektrik yükü etkisi altında hareketini sağlayacak şekilde hareketsiz olarak yerleştirilmiştir. Şekil 5'teki gibi suyun içerisine batırılmış plastik parçacıkları düşünün. Yalnız bu şekil içerisinde biraz büyüklükleri abartılmıştır. Kauçuk maddeler suya batırıldığında, suya göre eksi yükle yüklenirler. Anot ve katot yardımıyla suya yük verildiğinde, su molekülleri katoda kauçuk parçacıklar ise anoda doğru hareket etmeye başlarlar. İki bölme arsında hiçbir ayıraç olmadığı için, su seviyesi hep aynı kalır ve anot kauçuk ile kaplanır. Bu fenomen biraz önce tartışılan elektroforez olgusunun tam tersi bir olaydır. Bazı parçacıklar suya göre eksi yüklü olabilirler (su diğer moleküllere göre artı yüklüdür) veya tam tersi. Bu sıvının içerisindeki maddelerin doğası, sıvının doğası ve çözeltinin pH ı ilgilidir. Aynı zamanda anot materyali de bu işlem sırasında önemlidir.

Pratikte eğer Şekil 5'te gösterildiği gibi bir düzenek kullanılsaydı, sadece kauçuk lateksle direk kontak halinde bulunan ilk ince tabaka çökelebilir ya da yükü geri alınabilir. Kauçuk maddeler anoda gitme eğilimi gösterirken, hiç bir şekilde çökelme olmaz. Çünkü ilk oluşan film yalıtkan olarak görev yapar ve gerekli kontağı engeller.

Bu yöntem Şekil 6'da gösterildiği gibi ince kauçuk kaplama işleminde, çözülebilen çinko, nikel ve demir anotlar ile kullanılmaktadır. Kauçuk parçacıklar anoda doğru giderken, küçük miktarda çinko iyonları anotta çözülmektedir. Bu parçacıklar artı yüke sahiptirler. Bu çinko iyonları lateksin ilk delikli tabakasından geçip, ve anotla yakın temas halindeki parçacıklar nötralize olurlar. Bu yüzden kauçuk parçacıklar ağır bir kauçuk tabaka oluşmana kadar çökelmeye ve pıhtılaşmaya devam eder.

Şekil 5

KAUÇUK KAPLAMA

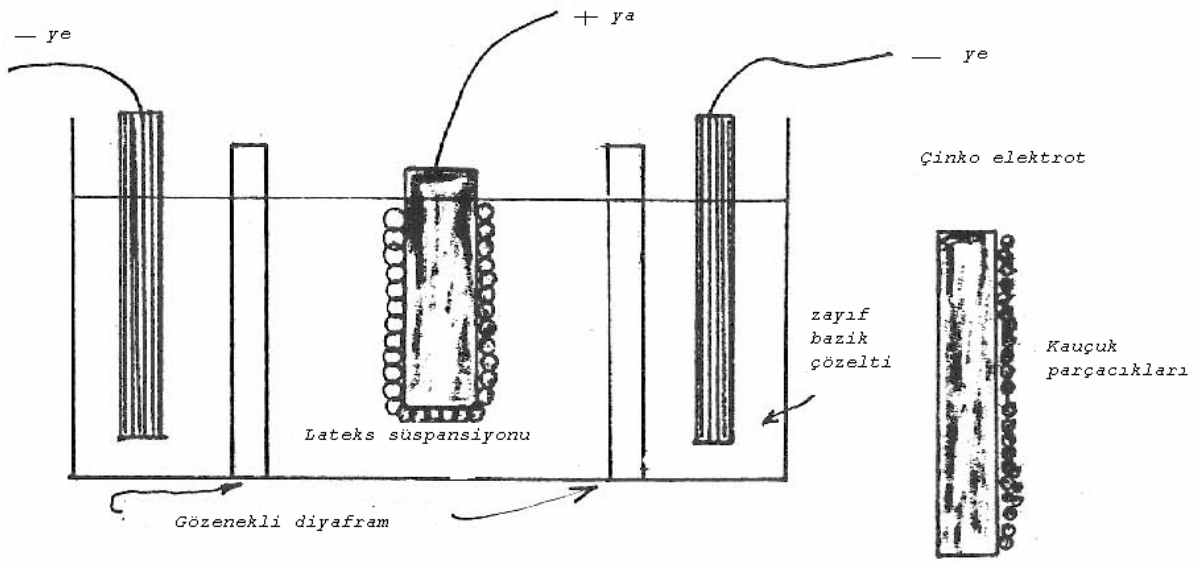


Bununla beraber, normalde çözülmeyen anotlar kauçuğa zararlı olan oksijen üretirler. Anotta bulunan iyonize sülfür bileşikleri yüzünden üretilen SH^{--} (hidrosülfür) ve S_x^{--} (polisülfür) iyonlarının varlığının kauçuk üzerinde faydalı bir etkisi vardır.

Bir sonraki derste ele alınacak olan elektrikli boyamada, boya reçinesi ve pigmentleri kullanılmaktadır. Temel metal çözülmez fakat yüksek bir kalınlıkta film oluşumu görülür. Çünkü kaplamadaki reçine ve pigmentlerin üzerinde delikler bulunmaktadır.

İşlem devam ederken, elektro-ozmoz yüzünden su molekülleri çinko iyonlarını pıhtılaşmış kauçuk içerisinden alıp dışarı taşırlar. Böylece bu olay işlemin ince bir film oluşmasına kadar sürmesini sağlamaktadır.

Şekil 6
KAUÇUK KAPLAMA TERTİBATI



Artı yüklü çinko iyonları kauçuk parçacıklarının nötralize olmasına yardımcı olur.

Sizin de görebileceğiniz gibi anot ve katodu birbirinden ayırmak için bir diyafram kullanılmaktadır. Bu katotta oluşan hidrojen balonlarının lateks ile karışmasını engellemek için kullanılmaktadır. Köpük oluşmasının ve bunun yanında anoda doğru olan kataforetik akımı da engeller (gaz balonları katı parçacıklar gibi davranırlar).

Kaplama için kullanılan tipik bir lateks karışımı şunları içermektedir:

Lateks olarak kauçuk ..... ağırlıkça %25 - %30

Bileşik malzemeleri (sülfürlü vulkanizasyon* bileşikleri, hızlandırıcılar vb.) ..... ağırlıkça %5 - %8

Amonyak ..... 20 gr/lt

Amonyum klorür ..... 25 gr/lt

Potasyum klorür ..... 5 gr/lt

Kauçuk lateks suda çözünmüş katılar ve kauçuk oluşturucu malzemeler sayesinde homojenize olmuştur.

---

* Kauçuk ve benzeri malzemelerin elastikiyetini ve kuvvetini artırmak için yüksek ısıda sülfür ile uygulanan işlem.

Elektrometal kaplama sırasında kaplanan kauçuğun kalınlığı ve ağırlığı geçen akımın şiddetine ve zamana bağlıdır. Bazı iyilileştirmeler sonucu bu kural her zaman geçerliliğini koruyamaz.(kaplanan kauçuğun miktarı çözeltinin konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak artar). Her amper dakika için 4 gram kuru kauçuk biriktirilir. Bu kauçukla kaplamanın ne kadar hızlı olduğunu göstermektedir.

Kullanılan akım yoğunluğu 0,75 - 2,15 A/dm^2 arasındadır.

Bu akım yoğunluğunu sağlamak için gerekli voltaj aralığı 10 ile 100 volt arasındadır. Tabi ki bu sistemin direncine bağlıdır. Yüksek iletkenlik sayesinde aynı akım yoğunluklarını tank voltajı 6 ile 12 arasında olduğunda da sağlanabilir.

Katot bölmesinde seyreltilmiş sodyum karbonat çözeltisi veya bir zayıf alkali kullanılabilir. Tipik bir çözelti olarak 5 ila 20 gr/lt sodyum karbonat çözeltisi örnek verilebilir.

Anot malzemesi olarak çinko en iyisi olarak göze çarpar. Bunun dışında magnezyum, kadmiyum, kalay veya nikel kullanılabilir. Bakır da kullanılabilir. Fakat bakır tuzları kauçuğun yaşlanmasını hızlandırmaktadır (bazı metal anot tuzları her zaman kaplamanın içerisinde bulunur). Verilenden daha yüksek akım yoğunlukları oksijen oluşumuna yol açabilir. Buda kauçuk kaplamayı yıpratıcı yönde etkiler.

Anotta istenilen miktarda kauçuk biriktikten sonra, anot yerinden çıkarılır ve kurutulur. Kaplama anodun üzerinden alındıktan sonra vulkanize edilmek için ısıtılır. Bu şekilde elde edilen kauçuk çoğunlukla normal kauçuk üretimine oranla mukavemet ve dayanıklılık konusunda daha üstündür.

Çözelti iyi bir dağılma gücüne sahip olduğunda, bu teknik girintili çıkıntılı şekiller için çok uygundur. Bir çok şekil bu teknik ile kaplanabilir. Örneğin; kablo ekranları, metal sepetler, fan bıçakları, elekler veya parmaklıklı raflar örnek olarak verilebilir. (not: önce cismi çinko ile 2,54 santimetre kalınlığında kaplayınız).

Termoplastik resinler ve diğer tipleri de kauçuk latekslerde olduğu gibi benzer şekilde kaplanırlar. Kauçuk için söylenen bütün metotlar latekslerin çoğu için de geçerlidir.

pH kauçuk ve plastik kaplama için kritik bir özelliktir. Her karışım kendisine ait en iyi pH aralığına sahiptir. Eğer pH çok düşük olursa, kaplama çok yumuşak olur ve kurutulduğu zaman kırılabilir. Eğer çok yüksek olursa, kaplama çok yüksek direnç gösterir ve çok ısınabilir.

BAZI İLAVE PRATİK UYGULAMALAR

40 gram balmumunu 2 litrelik %1 sodyum silikat çözeltisi içerisinde homojenize ediniz. 3,23 - 4,3 A/dm^2 aralığında çoğu metalin üzerinde ağır ve düzgün bir kaplama elde edilebilir. Çıkarıldıktan ve hava ile kurutulduktan sonra ısı yardımıyla devamlı bir kaplama sağlandığında metal kalaylanmış gibi parlamış olacaktır.

FENOL FORMALDEHİT REÇİNELER İLE KAPLAMA

Bu kauçuk için kullanılan metotlar ile yapılmaktadır. Plastik suyun veya yağın içine modifiye edilmiş maddeler ile beraber batırılabilir. 2,5 mm ve üzeri kalınlıkta filmler elde etmek mümkündür. Oyuklu şekillerin kaplaması bu şekilde yapılabilir. Bu olay "Plastik elektrikli şekil verme" olarak adlandırabilir.

METAL VE METAL OKSİT KAPLAMA

Kaplanması zor metaller suyun veya organik sıvıların içerisine batırıldıktan sonra anotta veya katotta düzgün filmler oluşturabilir. Daha sonra bir araya getirmek ve bağ oluşturması için ısıtılırlar. Bunun için en tipik örnek metal zirkonyumdur. Bu yolla küçük alüminyum oksit parçalarının kaplanması kolaydır.

235 gram aluminyum oksit, 100 gramı karbitol olan 150 gram karbitol asetat çözeltisi içerisinde homojenize edilir. Daha sonra 500cclik 15 gram alüminyum nitrat ve 10 gram magnezyum nitrat çözeltileri ile karıştırılır. 100 volt altında kaplama işlemi geçekleştirilir.

(NOT: EĞER BU YÜKSEKLİKTE VOLTAJLAR İLE ÇALIŞMAK İSTİYORSANIZ ŞOKLARDAN KAÇINMAK İÇİN GEREKLİ ÖNLEMLERİ ALMALISINIZ. OTOMATİK OLARAK AKIMI AÇIP KAPATAN RÖLELER VE GÜVENLİK DÜĞMELERİ ISRARLA TAVSİYE EDECEĞİMİZ EKİPMANLARDIR).

GRAFİT KAPLAMA

Grafitin sudaki süspansiyonu asitli bakır banyosuna bir miktar jelatin eklemesi yapılarak stabil hale getirilebilir. Bu banyo grafitin kataforez yardımı ile kaplanmasın sağlamaktadır. Bu kaplama mükemmel bir kendi kendini kayganlaştırabilen rulman metali oluşturmaktadır. 2,15 A/dm^2 akım yoğunluğunda bakır ile beraber %16 grafit kaplanabilir. Bu çok iyi kaplama özellikleri göstermektedir. Diğer materyaller bu şekilde test edilebilirler. Bununla ilgili daha detaylı bilgiyi 17. Ders'in içerisinde bulacaksınız.

SELÜLOZ KAPLAMA

Selüloz çinko klorür içerinde ya da bakır aluminyum çözeltisi içerisinde çözülebilir ve daha sonra anotta 110 volt voltaj ve 8 A/dm^2 akım yoğunluğunda kaplanabilir.

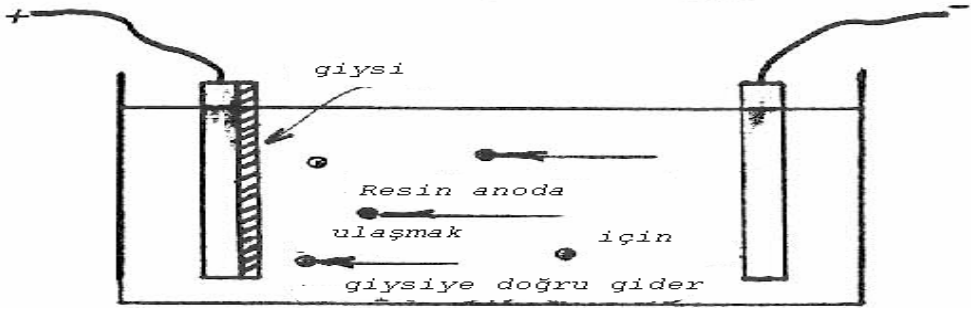
EMDİRME - SU GEÇİRMEZLİK

Kumaşlar veya kağıtlar elektroforetik sayesinde su geçirmezlik özelliği kazanabilirler. Kumaş veya kağıt akımın geçebileceği şekilde metal bir anot ile temas edecek hale getirilir. Bu reçine ve lateks parçacıklarının kumaş veya kağıda geçmelerini sağlar. Çünkü bu maddeler delikli yapıya sahiptirler ve tamamen reçine ve lateks içlerine nüfuz ederler. Daha sonra materyal çıkarılıp kurutulur ve üzerindeki fazla aluminyum oksit (su geçirmezlik özelliği olan giysilerde kullanılır) ya da aluminyum stearat yıkanarak dışarı çıkarılır.

Bunlar elektroforetik kaplama ile ilgili sadece birkaç örnektir. Umarım bu alanda ne kadar çok fırsatın sizi beklediğinin farkına varmışsınızdır.

Şekil 7

EMDİRME



Şimdi size elektroforezin bir başka uygulama alanı konusunda hızlı bir örnek vereceğim (umarım kimse doktor lisansım olmadan bu işe giriştiğim yüzünden beni yakalamaz!). Eğer ayak mantarı oluşumundan şikâyet ediyorsanız, kim etmemiştir ki, bunu yok etmenin en iyi yöntemi elektroforezdir. %5 lik bakır sülfat çözeltisi hazırlayıp bir ayak banyosunun içerisine ayak bileklerinize kadar suya girebileceğiniz şekilde boşaltın. Banyonun kenarlarına bakır anotlar bağlayınız ve ayak bileğiniz üzerine yapışkanlar bantlar yardımıyla ayağınızla kontak etmesine dikkat edecek şekilde birkaç defa bakır teli dolayınız (derinizin üzerine dökeceğiniz küçük bir miktar tuzlu suyunda yardımı olacaktır). Bakır sülfat çözeltisi içerisine ayağınız katot olarak sadece 8 - 12 volt kullanacak şekilde bağlayın. Ayağınızda kısa bir süre az miktarda karıncalanma hissetseniz de ayak mantarı sorunundan uzun bir süre boyunca kurtulacaksınız.

Burada gerçekleşen olay aslında şöyledir: Çözeltideki bakır iyonları (sıvı faz) ayağınıza doğru hareket eder ve derinize nüfuz eder (katı faz), iç kısımlara difüzyon yardımıyla hareket eder ve oradaki mantarları yok eder. Ayak mantarı derinin çok altında yaşamaktadır. Birçok tıbbi ilaç bu kadar derine nüfuz edememektedir. Bakır iyonları derinin altına elektroforez yardımıyla girmektedir ve mantarın yok edilmesinde çok etkili bir görev yaparlar.

Ders 18'de elektrokinetik işlemler konusu ile ilgili referanslarda bu konuları daha teknik yönüyle inceleyen referanslar bulacaksınız. Şimdi sırada ki derse geçebiliriz.

SEÇİLMİŞ REFERANSLAR

GENERAL ALLOY PLATING – Ders 10 daki referanslara bakınız.

Kurşun – Kalay Banyoları

W.G.Bader R.G.Baker, Plating 60 242(1973) Solderability of Lead-Tin deposits.

J.W.Tharp, Products Finishing 37 Aug 54 (1973) Plating Tin-Lead on wires.

G.C. Wilson, Trans Inst. Met. Fin. 50, 109 (1973) Lead – Tin and Nickel- Tin for printed circuit boards.

M. Paunovic R. Oechslin, Plating 8 599(1971) Mechanics of peptone brightening.

Ayrıca bakınız, Metal Finishing Guidebook & Directory, 2002 Edition Metals Plastics Publications, Inc., 650 Avenue of the Americas ,New York, NY 10011, (212)633 – 3199.
Ayrıca bakınız, printed Circuits Handbook, 3rd Edition , Ckyde F. Coombs Jr. McGraw Hill Book Company, New York , NY , 1988, Chapter 12.

DERS 11 SINAVI

1. Çinko kurşun (Pb–Sn) alaşımı kaplama (terne kaplama) banyosunda 5 ml.lik bir örnek çökeliyor. Süzme işleminden önce darası alınan bir Gooch krozesinin ağırlığı 30,250 gram bulunmuştur. Yıkama ve kurutmadan sonra, krozenin ağırlığı 30,825 gram gelmiştir. Bu banyo kaç gr/lt metalik kurşun içermektedir?
   (15 puan)

2. Kurşun-kalay alaşımı ile kaplanmış bir cisim kaplamadan önce 125 gram, kaplamadan sonra 155,5 gram gelmektedir. Bu kaplama işlemi için kullanılan Faraday sayısı 0,457 gramdır. Kaplamadaki kalay oranı nedir. (A)%90 (B)%70 (C)%75. Doğru seçeneği işaretleyiniz ve yaptığınız işlemleri gösteriniz.
   (10 puan)

3. Çinko ve kadmiyum kurşun–kalay (lehim) kaplamasına nasıl etki etmektedir?
   (10 puan)

4. Kurşun–kalay banyosu şerit şerit olmuştur. Kaplama erimesi gereken sıcaklıkta erimemektedir. Buradaki sorun ne olabilir? Bu durumu önlemek için bir yol öneriniz.
   (15 puan)

5. Sayfa 12'de anlatıldığı gibi, kalay-nikel banyolarında hava ile karıştırılma yapılmasının neden önerilmediğini düşünüyorsunuz? Cevaplamadan önce düşününüz.
   (10 puan)

6. Kalay–nikel banyolarında kullanılan kalay anotların çamur oluşturmasının nedenlerini açıklayınız. Bu olay ne sebepten dolayı gerçekleşebilir?
   (10 puan)

7. Pirofosfatlı kalay–çinko banyosu reçetesini gr/lt cinsinden yazınız.
   (10 puan)

8. Siyanürlü çinko–kalay banyo reçetesinin sodyum tuzları cinsinden içeriğini yazınız.
   (10 puan)

9. Beş temel elektrokinetik olguyu açıklayınız. Her birinin pratik uygulamalarına birer örnek veriniz.
   (10 puan)