

Nikel Kaplama

Nickel Coating

Ferit Satıcıoğlu / Dede Kimya

Nikel kaplamalar oldukça yaygın kullanım alanına sahip kaplama çeşitlerindedir. Çeşitli amaçlar için çeşitli nikel çözeltileri kullanılır.

Sülfat çözeltiler: Watts banyosu olarak bilinen sülfat banyosu en yaygın nikel kaplama banyosudur. Tipik düzenleme ve çalışma koşulları tablo 1'de gösterilmiştir. Büyük miktardaki nikel sülfat, gerekli nikel iyonları konsantrasyonunu temin eder. Nikel klorür anot paslanmasını artırıp, iletkenliği azaltır. pH'ı korumak için zayıf bir tampon olarak borik asit kullanılır.

Watts banyosunun dört büyük avantajı vardır:

- 1) Basit ve kolay kullanım,
- 2) Yüksek derecelerde kolay, müsait ve göreceli olarak ucuz olma,
- 3) Demirbaş malzemelere, nikel klorürüne oranla daha az zarar verme ve
- 4) Bu çözeltilerle kaplanmış olan çökeltiler daha az kırılığandır ve nikel klorür elektrolitleriyle kaplanmış olanlardan daha az iç gerginlik gösterir.

Yüksek klorür çözeltileri. Klorür banyoları, geçerli yoğunlukta değil, ama geliştirilmiş geçerli dağıtımda sülfat banyolarının tortulaşma hızı üzerinde bir avantajı sahiptir.

Bütün-klorür çözeltileri: Bütün-klorür nikel kaplama çözeltilerinin avantajları şunlardır:

- 1) Düşük voltaj,
- 2) İyi parlatma karakteristikleri,
- 3) Ağır kaplamalar çökeltiler, çökeltiler,
- 4) Az çukurlaşma,
- 5) Geliştirilmiş katot verimliliği ve
- 6) Kaplama çözeltisini soğutma ihtiyacı yok.

Bileşim ve çalışma parametreleri için tablo1'i inceleyebilirsiniz. Yine de, bu banyonun dezavantajları da vardır:

- 1) Yüksek aşındırma,

- 2) Nikel klorür bazen nikel sulfattan daha az saftır(özellikle parlak nikel kaplamada önemlidir),
- 3) Kaplamanın mekanik özellikleri, Watts banyosundaki kadar iyi değildir.

Fluoborat Çözeltileri: Nikel fluoborat banyosunda fluoborik asit kullanılarak, elektrolit, 2.0-3.5 aralığındaki bir pH'ta tutulur. Metal içerik, Watts banyosundakinden çok daha yüksek olarak 120 gram/litre'de tutulur. Bundan dolayı, daha yüksek yoğunluklar zorunludur. Bu tür banyolardan elde edilen çökeltilmiş nikel kaplamalar Watt banyosundan elde edilenler ile benzer özelliklere sahiptir. Yine de bu kaplamalar, genellikle ağır nikel uygulamaları ve elektroforming için spesifik edilmişlerdir. Klorür içermeyen bir nikel fluoborat banyosundaki anot ayrışması, nikel klorürlü bir nikel sülfat banyosundakinden daha iyidir.

Fluoborat banyolarının dezavantajları şunlardır:

- 1) Kimyasalların yüksek fiyatı,
- 2) Sülfat çözeltilerine göre daha az güç atar.

Sülfamat çözeltiler: Bu banyo temel olarak sulfamik asidin nikel tuzuna dayanır, ve sulfamik asit, nikel-oksit veya karbonat kullanılarak pH ayarlanır. Yüksek nikel konsantrasyonlu bir çözeltide yoğun çalkalama yapıldığında güncel yoğunluklar 500 asf'ye kadar çıkarılabilir. Bu tip banyonun nikel kaplamaları genellikle çok düşük gerginlik değerleri ve yüksek uzatmalara sahiptir. Başka bir avantaj ise, sulfamat banyosunun, düşük klorür seviyelerindeki ve hatta klorürsüz ortamlardaki anot ayrılmasına bağlı olarak ortaya çıkan zorluklar olmadan çalışmasının mümkün olmasıdır. Bu banyonun ilkesel avantajı, onun, 180-200 gram/litre'lik nikel konsantrasyonlarında kullanılabilmesidir. Bu, yüksek yoğunluklarda, kaplamanın niteliklerini kaybetmeden çalışmaya müsaade eder.

Nikel Kaplama Tipleri

Parlak nikel kaplama banyoları, otomotiv, elektrik, alet, hırdavat ve diğer sanayilerde kullanılır. Onun en önemli görevi krom kaplama için astar olarak düz parlak bir yüzey elde etmek ve ayrıca kayda değer bir miktarda paslanmadan korumaktır.

Yarı-Parlak Nikel. Önceleri, komarin, bir Watts banyosundaki yüksek-düzeltilmeli, yumuşak, yarı-parlak ve kükürtsüz nikel tabaka elde etmek için kullanıldı. Yine de, şimdi komarinsiz çözeltiler de vardır. Bir yarı-parlak nikel katkısı, isminden de anlaşılacağı gibi yarı-parlaktır. Parlak nikel sonradan kaplandığında yüzey elimine edilebilir.. Parlaklık ve düzgünlük, çalışma koşullarına bağlıdır (bakınız tablo 1).

Yarı-parlak nikel yüzeyin bu kadar kolay bir şekilde parlatılabilmesinin nedeni, tabaka yapısının `columnar` olmasındandır, oysa parlak bir nikel yüzey bu özelliklere sahip değildir. Yine de, katkı maddelerinin eklenmesiyle, pH'ta bir değişiklik yapılarak, güncel yoğunlukta bir değişim ile, ve hatta çözelti ajitasyonunun yükseltilmesiyle belirli bir yapısal değişiklik yoluna gidilebilir. İç gerginlik gibi özellikleri etkilemedikçe bu durum bir sorun olarak görülmez. İç gerginlik, kompresif veya gerilmeye ait olabilir. Kompresif gerginlik, tabakanın, gerginliği rahatlatmak için genişlemesidir. İyi sıkıştırılan tabakalar kabarcıklar, eğrilme gibi sonuçlar ortaya çıkarır veya tabakanın `substrate'ten ayrılmasına sebep olabilir. Yüksek gerilmeye ait gerginlik ile beraber kaplama da, yorgun güçteki redüksiyona ve patlamalara ilaveten eğrilmelere sebep olabilir. Diğer Nikel tipleri. Satin nikel gibi başka tür kaplamaları elde etmek için, organik katkı

Tablo I-Bileşim ve Çalışma Parametreleri

Nikel Kaplama Banyoları					
Bileşim	Watts	Yüksek Klorür	Toplam Klorür	Fluoborat	Sulfamat*
Nikel Sülfat (oz/gal) NiSO ₄ • 6H ₂ O	20-40	32			
Nikel Klorür (oz/gal) NiCl ₂ • 6H ₂ O	6-12	90			0-3
Nikel Fluoborat (oz/gal) Ni(SO ₃ HN ₃) ₂ • 4H ₂ O					45-60
Borik Asit (oz/gal)	4-6	4-5	4	4	4-6
pH Dizisi	2.0-5.2	2.0-2.5	0.9-1.1	3.0-4.5	3.5-4.5
Isı (F)	90-160	100-160	100-145	90-160	90-140
Yoğunluk (asf)	10-60	10-60	50-100	50-100	5-260
Anotlar	Nikel, torbalanmış, depolarize veya karbon tipi				
Filtreleme	Devamlı, her 1-4 saatte çevir				

*Bu banyo elektroformingde kullanıldığı gibi, düşük gerginlik/hiç gerginlik çökeltisi gerektiği durumlarda da kullanılır. Bu kısa bir zaman periyodunda büyük miktarda nikel çökeltmeye müsaade eder. Sulfamat nikel diğer tip nikel banyolarından daha pahalıdır.

maddeleri kullanılır ve kaplama koşulları değiştirilir. Bir Watts banyosundan çıkan kaplama, sıcaklığa ve/veya pH'a bağlı görünümle birlikte genellikle 5-20 kalınlığındadır. Yüksek sıcaklıkta ve 4.5-5.0 arası bir pH'ta kaplama mattır. 122 F bir sıcaklıkta ve 2.5-3.5 arası bir pH'ta kaplama parlaktır.

Siyah nikel kaplama, parlaktır ve siyah veya koyu gri bir renge sahiptir. Kaplama, az miktar ajitasyon ile veya ajitasyonsuz yapılır. Ara sıra, hidrojen gazını (Balonları) ıslatıcı maddeleri kullanan kısmın yüzeyinden kaldırmak gereklidir. Banyonun pH'ı 5-6 arasında gezinir ve sıcaklık, ambiyanstan 140 F'a kadar değişir. Güncel yoğunluk yaklaşık olarak 0.5 A/dm² da kalır.

Teknik yazının devamı sonraki sayımızda yer alacaktır.



Nikel Kaplama*

Nickel Coating

Ferit Satıcıoğlu / Dede Kimya

Dolap Nikel Kaplama

Dolap nikel kaplama çözeltileri, askı kaplama çözeltilerine göreceli olarak benzer; yine de, çok radikalce olmasa da çalışma koşulları ayrılabilir. pH'ın 4'ten yukarı tutulmasının zorunlu olduğu durum olan çinko sağlama durumu dışında pH genellikle 4 değerinin etrafında tutulur. Yine de, anot korozyonu, alt bir pH da daha iyidir, ve anot alanı, sınırlıdır. Oksijen ve klorun serbest kalmasından kaçınmak için anot alanı mümkün olduğu kadar geniş olmalıdır.

Sıcaklık, dolap nikel için değişebilir. Bazı çözeltiler için 86-104 F, diğerleri için ise 104-140F. Yoğunluk da değişebilir. Tipik bir dolap için, yaklaşık olarak 24-32 inç uzun ve 16 inç çapta;

kapsayacak şekilde titizce yapılacak yüzey hazırlığı gereklidir.

Nikel Kaplamanın Özellikleri

Kalınlık: Korozyon direnci, çoğunlukla kaplamanın kalınlığına yakından bağlıdır; yine de, kaplamanın fonksiyonel gereksinimleri ayrıca önemlidir. Kaplamanın kalınlığını kararlaştırmak için genellikle en çok mikrometre okumaları kullanılır. ASTM standardı B487, kaplanmış parçanın karşı kısmının metalografik tetkikinin temel alındığı, bir levha kalınlığı ölçme metodunu tanımlar. Diğer ASTM testleri, ASTM B530 ve ASTM B504'ü kapsar.

Sertlik: 1. veya 2. sınıf parlaticılar, bir nikel kaplamanın sertliğini artırabilir. Islatici maddeler de sertliği artırabilir. Watts banyosu, sulfamat veya fluoborat banyosunun sertliği 650 HV'ye (HV:Vickers Hardness) çıkabilir. Ağır nikel banyolar, 250 ile 350 arasında sertlikli tabakalar üretirler.

Sertlik, sadece ilave ajanların bir sonucu değildir, ayrıca kaplama banyosu kompozisyonundan, sıcaklıktan, yoğunluktan ve diğer çalışma koşullarından etkilenir. Kaplanmış levhaların mikrosertliğini ölçen test ASTM B578'dir.

Yumuşaklık. Yumuşaklık, iki ASTM testi prosedürü (B489 ve B490) kullanılarak ölçülebilir. Yumuşaklık aynı zamanda, gerilme-test makinesi ile de ölçülebilir; Yine de bu test spesifik olarak kaplanmış ince varakları ölçmek için kullanılır.

kaplamanın yüzeyini çizmez. Subjenin üzerinde yazılı hacimler olmuştur.

Watts Banyosunun Bileşenleri

Tipik bir Watts banyosu, nikel sulfat, nikel-klorür ve borik asit içerir. Bileşenlerin tipik bir dağılımı Tablo 1'de gösterilmiştir. Tatmin edici nitelikteki kaplamanın elde edilmesinde Watts formülasyonunun her bileşeni zorunlu bir rol oynar.

yük; yük başına
1-1.5 A/dm²

değerleri arasındadır.

Göz önüne alınacak diğer
unsurlar ise, dolap yükü, yüzey
alanı ve kaplama kalınlığıdır.

Dolap kaplaması hususunda göz
önünde bulundurulması gereken
unsurlar şunlardır:

Dolapta
hareket etme
sahip
Yıkamayı ve

serbestçe
yeteneğine
olmalıdır;
durulamayı
da

Nikel Sülfat: Banyo içerisindeki nikel iyonlarının büyük bir kısmı nikel sülfat tarafından sağlanır. Geriye kalan küçük miktar ise nikel klorür tarafından karşılanır. Tavsiye edilen değerler içerisinde çalışıldığı takdirde yüksek kalitede ve yanmanın oluşmadığı bir kaplama elde edilir. Düşük konsantreli banyolarda verimli çalışabilmek için; düşük miktarlardaki nikel sülfat oranına karşı yüksek oranlarda nikel klorür bulunmalıdır.

Düşük nikel sülfat miktarının sonucunda banyo içerisindeki düşük nikel metali yüzünden katotun verimi azalacaktır. Bunun sonucunda ise istenilen kaplama kalınlıklarını elde etmek için daha uzun süreler kaplama gerekecektir.

Düşük nikel sülfat miktarının diğer sonucu olarak ise; yüksek akım bölgelerinde oluşan pittingtir (karıncalanma, noktacıklanma, ele gelmeli).

Banyonun değerleri istenilen oranlara getirildiğinde bu problemin ortadan kalktığı görülür. Bunun yanı sıra banyo içindeki nikel sülfat miktarının fazlalığında ise dumanlı bir kaplama görülür.

İlave olarak banyo içerisindeki nikel miktarının eksikliği yanma limitini düşürecek, fazlalığı ise katkıların (parlatıcılar) verimini düşürecektir.

Yüksek tuz konsantrasyonlarında çalışmaların sonucunda seviyelenme özelliğinde azalmalar görülmektedir. Çalışma tuz değerleri ortalama olarak belirlenmiştir. Kolay şekilli parçalarda, avaraj akım yoğunluklarında çalışan banyolarda düşük nikel sülfat değerlerinde çalışılabilir. Bunun yanı sıra kompleks, zor parçalarda, yüksek amper yoğunluklarında çalışması gerektiğinde yanma problemi görüldüğünde nikel sülfat değeri arttırılmalıdır.

Nikel Klorür:

Banyo içerisindeki nikel iyonlarının balansını sağlar. Nikel sülfata yardımcı olarak nikel iyonlarını tamamlar. Bunun yanı sıra, nikel klorür banyonun iletkenliğini, anot çözünürlüğünü, parlatıcının harcanmasına yardımcı olacak kimyasalların çözümlerini arttırır. Yüksek konsantrasyonlardaki çalışmalardan

Nickel Plating

Nickel is a silver-white metal generally used to enhance the value, utility, and lifespan of industrial equipment and components by protecting them from corrosion. Nickel is also commonly used in the chemical and food processing industries to prevent iron contamination. Because the properties of nickel can be controlled and varied over broad ranges, there are numerous applications for nickel plating, including ...

Corrosion prevention, Controlling lubricity
Controlling hardness, Magnetic properties,
Controlling reflectivity, Controlling emissivity,
Controlling absorptivity

Electrolytic Nickel Electrolytic nickel is electroplated, and can be deposited soft or hard, dull or bright. Hardness can range from 150-500 Vickers. Appearance can range from a dull grey to an almost white, bright finish.

Sulfamate nickel is deposited from a nickel sulfamate bath, and is the most widely used electrolytic nickel. It is often used as a final plating layer and also as an underplate for precious metals. Sulfamate nickel is a pure deposit that allows soldering and brazing during later assembly steps. It is normally a dull grey to dull silver color depending upon the finish of the plated part.

Watts nickel is deposited from a nickel sulfate bath. Watts nickel normally yields a brighter finish than does sulfamate nickel since even the dull Watts bath contains a grain refiner to improve the deposit. Watts nickel may also be

Tablo I-Watts banyosunun tipik bileşenleri

Bileşen	Parlak Nikel Kaplama		Yarı-Parlak Nikel Kaplama	
	(oz/gal)	(g/litre)	(oz/gal)	(g/litre)
Nikel Sülfat	20 - 40	150-300	30 - 40	225-300
Nikel Klorür	8 - 20	60 - 150	4 - 6	30 - 45
Borik Asit	5 - 7	37.5-52.5	5 - 7	37.5-52.5
Nikel sülfat miktarı NiSO ₄ · 6H ₂ O'den referans alır. Nikel klorür miktarının NiCl ₂ · 6H ₂ O'den referans alması gibi				

deposited as a semi-bright finish. Semi-bright Watts nickel achieves a brighter deposit because the bath contains organic and/or metallic brighteners. The brighteners in Watts baths levelize the deposit yielding a smoother surface than the underlying part. The semi-bright Watts deposit is easily polished to a high lustre; however, the brighteners may lead to problems with soldering and brazing, and this should be considered when selecting a finish for your application.

A bright nickel bath contains a higher concentration of organic brighteners which have a levelizing effect on the deposit. Sulfur-based brighteners are normally used to achieve levelizing in the early deposits and a sulphur-free organic, such as formaldehyde, is used to achieve a fully bright deposit as the plating layer thickens. Organic brighteners yield a lustrous deposit; however, the negative effects on later assembly operations such as brazing and soldering should be considered. Black nickel is a decorative coating that is often applied over an underplating of electrolytic or electroless nickel. Black nickel offers little in the way of additional protection, and is easily scratched or stained. A thin layer of black nickel gives an attractive cosmetic finish. Thicker layers of black nickel attain a matte black finish that is often used to achieve high emissivity in aerospace applications.

Electroless Nickel Electroless nickel plating is an autocatalytic process and does not use externally applied electric current to produce the deposit. The electroless process deposits a uniform coating of metal, regardless of the shape of the part or its surface irregularities; therefore, it overcomes one of the major drawbacks of electroplating - the variation in plating thickness that results from the variation in current density caused by the geometry of the plated part and its relationship to the plating anode. An electroless plating solution produces a deposit wherever it contacts a properly prepared surface, without the need for conforming anodes and complicated fixturing. Since the chemical bath maintains a uniform deposition rate, the plater can precisely control deposit thickness simply by controlling immersion time.

süneklığı (duktilite) azalttığından dolayı kaçınılmalıdır. Düşük konsantrasyonlardaki çalışma sonucunda sarma gücünde azalma görülecektir. Mümkün olabilecek en yüksek süneklilikte (duktilite) çalışabilmek için nikel klörür değeri 50g/l olmalı ve parlatici fazlalığından kaçınılmalıdır.

İlave olarak yüksek miktarlardaki nikel klorür sonucunda kaplama ekipmanları ve kaplama banyoları üzerinede kimyasal aşınma görülür.

Borik Asit:

Asit borik banyo solüsyonunun pH tamponlayıcısıdır. En belirgin özellikleri olarak; **a)**Yüksek akım bölgelerindeki pitting (karıncalanma, noktacıklanma, ele gelmeli) ve yanmayı engellemesi.

b)Kaplamanın sünek (duktil) olmasını sağlar.

c)Katodun verimli çalışmasını sağlar.

Borik asit konsantrasyonu istenilen değerlerde olduğu zaman banyonun pH değerinin artışının minimum değerlere düşürür. Diğer açıdan bakıldığında metalik hidroksitlerin kirlilik olarak oluşumu minimum değerlere düşer. Bu da büyük önem taşımaktadır. Çünkü dikkat edilmediği takdirde hidroksit bileşikler kaplama içine dahil olacaklardır. Bunun sonucu olarak yanma veya kırılabilirlik (brittle) görülecektir.

Düşük konsantrasyondaki çalışmalarda yukarıda belirttiğimiz problemler oluşacaktır. Yüksek borik asit konsantrasyonundaki çalışmalarda ise, eğer değerler çözünme değerlerinin üzerinde ise sonucunda depolama sırasında yüzey pürüzlülüğü görülür.

Asit borik çözünürlüğü banyo içindeki diğer malzemelerin konsantrasyonlarına bağlı olduğu gibi çalışma sıcaklığına da bağlıdır. Normal koşullarda bu oranı sağlamak güçtür. Bu yüzden bazı kaplamacılar bu olayı çözmek için yeni yollar keşfetmişlerdir. Kaplama tankının köşesine çalışmayı engellemeyecek şekilde asılmış içinde asit borik bulunan bir anot torbası kullanılmaktadır. Böylelikle banyo içindeki konsantrasyon düştüğü zaman ilave malzemeler çözülecek ve konsantrasyon doyma noktasının altında olacaktır.

Eğer konsantrasyonun değeri yüzey pürüzlülüğü oluşturacak değerlere ulaşırsa, solüsyon içerisindeki asit borik fazlalığını almak için banyo yaklaşık olarak 39°C'ye kadar soğutulduktan sonra

fitre edilmelidir. Bununla beraber solüsyon içerisindeki asit borik miktarı normal değerlerine düşene kadar herhangi bir ilave yapılmadan çalışılır.

Sonuç olarak asit borik fazlalığında çökmeler oluşacağından pitting (karıncalanma, noktacıklanma, ele gelmeli) ve yüzey pürüzlülüğü yaşanacaktır. Eksikliğinde ise katod yüzeyinde oluşan hidroksit filminden dolayı pürüzlülük görülür.

Organik parlaticılar:

Değişmez parlak kaplamalar elde etmek için bir Watts banyosuna parlaticılar eklemek zorunludur. Bunlar, arzulanan bir görünümü sonuçlandırmak için nikel electrodepoziti modifiye eden tipik organik bileşiklerdir. Yarı-parlak nikel

için olan parlaticılar, kükürtün nikel co-depozite olmadığı bir örnek kaplama vermek için tasarlanmışlardır. Parlak nikel için parlaticılar, tipik olarak kükürtü kaplamaya ekleyen, yumuşaklığı sağlayan ve bir örnek zerrecikli yapıyı veren bir taşıyıcı katkı maddesini içerirler. Yüksek derece parlaklığı sağlamak için taşıyıcı ile birlikte çalışan ikincil bir parlaticı bu başlık altında görülebilir. Sonunda, bazı formülasyonlarda, eşitleyici bir mekanizma boyunca en yüksek parlaklığı temin etmek için bir eşitleyici eklenir. Bu organik bileşenlerin dengede kalması kritik bir sorundur, ve bu yüzden onlar metal kaplama üreticilerinden patentli ambalajlar içinde alınırlar. Bu paketler, dengeyi, parlaklığı, yumuşaklığı ve diğer çeşitli uygulamalardaki kullanım kolaylığını sağlamak için formüle edilmişlerdir.

* Geçen sayımızda yayınlanmaya başlayan nikel kaplama yazısının devamıdır.



**PAINTING
&
COATING**

when?
where?
how?
which brand?
used machine

[www.
finishing-
blasting-
com](http://www.finishing-blasting.com)