Galvanoteknik

Kaplama Kimyasalları, Üretim Teknolojileri, Ölçme ve Kontrol Cihazları, İş Güvenliği Dergisi

Mart - Nisan 2007/08
SAYI : 8
Fiyatı : 5 YTL
ISSN 1306-3294

Jumbo Parçaların Boyanması

Fireye ve İmalat Hatalarına Son

Kesikli Galvaniz Sistemi Ekipmanları

BİLEŞİM YAYINCILIK A.Ş. 20. YIL

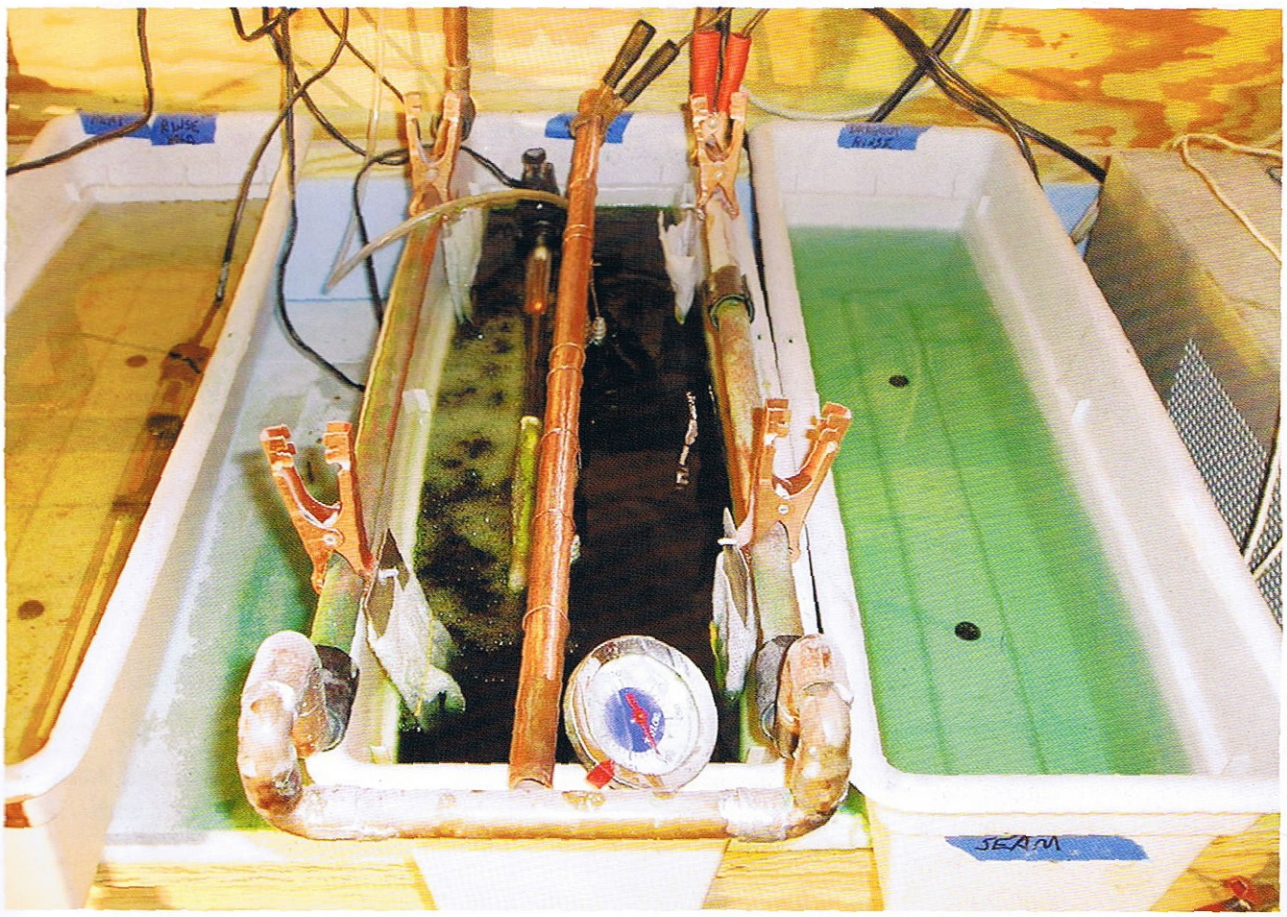
WIN World of Industry
PARLAK GELECEKLER FUARI
SURFACE TREATMENT '07
1. Yüzey İşleme Teknolojileri Fuarı

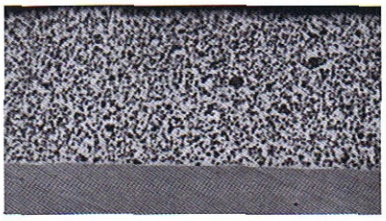
Kompozit Akımsız Nikel Kaplamaların Çevresel Yararları

Michael D. Feldstein / Surface Technology, Inc.

Metal kaplama endüstrisi, proseslerinin çevresel etkilerini azaltmak konusunda müthiş bir mücadele gösteriyor. Belki bu üstün mücadele, çevreye ve sağlık üzerindeki olumsuz etkilerine bağlı olarak krom kaplamanın yerini değiştirmek içindir. EPA, kroma kısa süreli maruz kalındığında cilt tahrişine ve ülsere sebep olduğunu ortaya çıkardı. Uzun süreli maruz kalındığında ciğerler, böbrekler, dolaşım ve sinir dokuları da dahil olmak üzere cilt hasarı ve kansere sebep olmaktadır.

1972 yılında göllerin, nehirlerin, kıyı alanlarının korunması amacıyla Clean Water antlaşması için





Şekil 1. Cross sectional photomicrograph of a composite EN coating with over 40% by volume particles in EN at 1,000X magnification.

bir kongre yapıldı. 1977'de antlaşma üzerinde düzeltmeler yapıldı. Bu yasaya göre çoğu krom limiti bölgesel ve yerel olarak ayrıldı. Yakın geçmişte açıklanmış olan kurallara göre maksimum krom sınırı günlük 1,3 mg/L ve aylık 0,55 mg/L ortalama olarak belirlendi. Bunlar zorunlu olmadan ulaşılabilecek sayılar değil.

Buna bağlı olarak orduda, endüstri konferanslarında, akademide ve yasal çevrede kromun kullanım miktarının azaltılması ana odak haline geldi. Çoğu uygulamada krom kaplamadan diğer kaplama uygulamalarına geçiş yapıldı. Çünkü krom çok geniş alanda değişik amaçlar için kullanılmaktaydı ve tüm uygulamalarda yerine kullanılabilecek tek bir seçenek bulmak zor olmaktaydı.

Nikelin çevresel etkileri hakkında soru işaretleri ortaya çıksa da, hala kroma oranla daha az problem yaratmaktadır. Bu nedenle korozyon ve aşınma direnci gibi özellikler nedeniyle, dekoratif olduğu kadar fonksiyonel uygulamalarda da akımsız nikel kaplama, krom kaplamanın yerini almaya başladı. Sertlik ve aşınma direnci gerektiren bu uygulamalarda kompozit akımsız nikel kaplamalar sadece kromun yerini aldığı için değil, aynı zamanda sert krom kaplama performansından üstün olduğu için de çok başarılı oldu. Kompozit akımsız nikel kaplamalar, şekil 1'de gösterildiği gibi kaplama tabakasına yayılan kodepozite partiküllere sahiptirler. Bu sebeple bu kaplamalar, hangi parçalar seçilirse seçilsin akımsız nikelin sertlik, yıpranma direnci, kayganlık, ısı transferi, ışık absorpsiyonu vb. gibi tüm içsel özelliklerini taşır. Bu özellikler sayesinde, kompozit akımsız nikel kaplamalar, krom veya herhangi elektrolitik ve püskürtme proseslerinden daha iyidir.

Yapılan son analizler açıkça belirtmiştir ki, kompozit akımsız nikel kaplamaların krom kaplamaların yerine geçme potansiyeli vardır. Aynı zamanda nikel kullanımını ve buna bağlı olarak kirliliği azaltmak için de kullanılabilir.

Kısaca akımsız nikel kaplamaların tercih edilmesi için 3 temel sebep vardır.

Kromsuz

Kompozit akımsız nikel kaplamalarda krom hiç kullanılmaz. Bu sayede, kaplama ve krom kullanımı sebebiyle oluşan çevresel problemlerin önüne geçilir.

Daha az nikel kullanımı

Kompozit akımsız nikel kaplamalar, rutin olarak % 40 hacimde kodeposite partikülleri ile de üretilebilir. Bu durum 4 şekilde gerçekleştirilebilir:

1) Çok basit olarak bu, bilinen kaplama yöntemiyle elde edilecek kaplamaya eşit kalınlıkta kompozit kaplama üretebilmek için, %40 daha az nikel gerektiği anlamına geliyor.

2)Kompozit akımsız nikel kaplamalar geleneksel kaplamalara oranla aşınmaya karşı son derece iyi direnç göstermektedir. Kompozit kaplamaların birikim kalınlığı belirgin bir şekilde alışılagelmiş kaplamalarınkinden azdır. Bu da daha az nikel kullanım ihtiyacı anlamına gelmektedir.

3) Kompozit akımsız nikel kaplamalar daha uzun ömürlüdür, parçaları daha az sıklıkta yeniden kaplanma ya da değiştirilme ihtiyacına sahiptir. Bu da yine daha az nikel kullanımı demektir.

4)Kaplama sırasında ne kadar az nikel kullanılırsa, kullanılan kaplama banyosu o kadar uzun süre dayanır. Bu da daha az atık, daha az atık arıtma ve banyo gereksinimi demektir.

Daha az nikel salınımı

Krom, nikel ve diğer metallerin çevreye salınımı kaplama tesisleri ile sınırlı değildir. Kaplama aşındığı zaman diğer bileşenler serbest kalmaktadır. Uygulamaya bağlı olarak, çalışma alanlarına, yiyecek uygulamalarına, hassas donanımlara ve çevreye yayılabilir. Kompozit akımsız nikel kaplamaları daha avantajlıdır. Bunun gibi metallerin yayılımını önlenmesi birbirini izleyen 4 prensibe dayanır:

1)Kompozit akımsız nikel kaplamaların aşınma direnci ne kadar iyi olursa, aşınma sonucu çevreye olan salınımı o kadar düşer.

Sertlik ve aşınma direnci gerektiren uygulamalarda kompozit akımsız nikel kaplamalar sadece kromun yerini aldığı için değil, aynı zamanda sert krom kaplama performansından üstün olduğu için de çok başarılı oldu.

2)Kompozit kaplama % 40'a kadar inert parçacıklar içerdiğinden, çevreye % 40 kadar daha az metal kaplama salınır.

3)Parçalar ne kadar uzun dayanırsa çevreye daha az metal yayılır ve daha az parça değişimi gerekir.

4)Kompozit akımsız nikel kaplamalar kimyasal olarak ayrıştırılabildiği için, kullanılan parçalar ayrıştırılarak, tekrar kaplanabilir. Bu sayede çözelti halindeki nikel geri dönüşüme elverişli hale getirilebilir.

Göz önünde tutulması gereken önemli bir durum daha vardır. Krom genellikle komplike geometriye sahip bölümlere "over-plated" olarak kaplanır. Bunun amacı, düşük akım yoğunluğuna sahip bölümlerde doğru birikim kalınlığına ulaşmaktır. Bu, sadece krom kaplamanın aşırı kullanımını değil, aynı zamanda boyutsal toleransı düzenlemek adına kaplanan alanları zımparalama ihtiyacını ortaya çıkarır. "Over-plating" ve zımparalama doğal olarak krom metalinin çevreye yayılmasına ve aynı zamanda daha fazla enerji tüketimine sebep olur. Burada performans ve çevresel yararlar açısından kıyaslama yapılmakta. Geçmişte hükümetler benzine çeşitli katkıların yapılmasına izin vermişti. Etanol ya da oksijenleştirilmiş yakıt şeklindeki katkılar, kullanılan benzinin miktarını azaltmaya ve sonuçta çevreye salınan benzinin azaltılmasına yarıyordu. Aynı prensip akımsız nikel kaplamaya inert maddelerin eklenmesi ile sağlandı. Bu da ilave edilen partiküllere bağlı olarak sertlik, yıpranma derecesi, sarsıntı direnci, kayganlık vb. gibi önemli performans avantajları sağladı.

Kompozit akımsız nikelin geçmişi

Kaplama üzerine codepostion için kullanılan(kaplama çözeltisinde çözünmeyen) partiküllerin kaplama çözeltisine kasten katılması kompozit akımsız nikel kaplamayı merak uyandırıcı hale getirmektedir. Kaplama banyosundaki dallanmaların stabilitesi önemlidir. Örneğin; 1 mikron ölçüdeki elmas parçasının 1 gramı 310,000,000,000 parça içerir. Bu 100 000cm²/L'lik bir yüzey alanı yaratır ve alışılagelmiş akımsız nikel banyosunun tercih edilen kaplama alanının yaklaşık 800 katı demektir.

Kaplama banyosunun stabil olmayan yüzey alanına bağımlı hali ile çözünmeyen parçacıkların olağan dışı yüklenmesi arasında bir doğal uyuşmazlık vardır ve partikül oluşturucu stabilizerlerin çok dikkatli bir şekilde eklenmesi ile bu uyuşmazlığın üstesinden gelinmiştir. Bu metotlar kompozit akımsız nikel kaplamayı, kaplama sistemindeki Zeta potansiyeline sahip partiküllerin modifiye edilmesiyle ticari olarak gerçekleştirilebilir ve güvenilir yapmıştır. Zeta potansiyeli elektrostatik yüklenmenin bir etkisidir. Kaplama banyosu her defasında spesifik partikülleri kabul edecek ve optimal kaplamayı yapacak şekilde modifiye edilmelidir.

Kompozit akımsız nikel kaplamaları rejeneratiftir; çünkü Şekil1'de görüldüğü gibi tüm kaplama alanına partiküllerin yayıldığı uniform özelliğe sahiptir. Kompozit akımsız nikel birleşimleri için uygun olan partikül, nanometrelerden yaklaşık 10 mikron boyutuna kadar çıkabilir. Her uygulama için bir partikül büyüklüğü aralığı oluşturulmuştur. Aynı anda 2 ayrı partikül büyüklüğü kullanabilen kompozit kaplama geliştirildiğinde mutlak performans yararları keşfedilmiştir. Teoriye göre, daha küçük parçacıklar büyük parçacıkların arasındaki boşlukları doldurmaktadır. Bu aynı zamanda malzemenin hacim yüzdesini de arttırmakta ve kullanılan nikel miktarını azaltmaktadır.

Kaplama kalınlığı spesifikasyonları çoğu uygulama için tipik olarak 10 ve 25 mikron (0,0005-0,001 inch) arasında belirlenmiştir. Özel uygulamalar için sıkı kaplama kalınlığı spesifikasyonları belirlenebilir ve kaplama tesisinde birkaç mikronluk seri üretimler ile tekrar üretilebilir. Geleneksel akımsız nikel uygulamaları gibi kompozit akımsız nikel kaplamalar da, kaplamadan sonra sertliklerinin ve altlık yüzeye yapışma kuvvetlerinin geliştirilmesi için ısıl işlemden geçirilebilir.

Partikül boyutlarına ve birtakım kaplama koşullarına bağlı olarak, hacimce % 40 'a kadar partikül yoğunluğuna sahip kaplamalar üretilebilir. Daha düşük yoğunluklarda, partikülden alınabilecek maksimum yarar sağlanamayabilir. Ayrıca, metal parçaların yerlerinden sökülmemesi için yeterli metal yapıştırıcısı olmadığı durumlarda da, önemli ölçüde yüksek yoğunluğa sahip kaplamanın zamansız aşınma riski oluşur. Bu gözlemde belirtildiği üzere, kompozit akımsız nikel kaplamaların aşınma mekanizması partiküllerin kendilerinin aşınması için geçerli değil; fakat metal matriksinin çevresini saran tabaka sonunda yine de parçacıkların sökülmesine engel olamamaktadır.

Bu zamana kadar yüksek aşınma direnci için dizayn edilen kaplamalar kompozit akımsız nikel kaplamalar olmuştur. Kompozit akımsız nikel kaplamaların bu kategorisi, sert krom kaplamaları geride bırakmak ve yerine geçmek için mükemmel bir potansiyele sahiptir ve yukarıda da bahsedildiği gibi sağlık ve çevre açısından zararları ortadan kaldırmaktadır.

Aşınma direnci kategorisinde elmas, silikon karbür, alüminyum oksit, tungsten karbür, bor karbür ve krom karbür gibi geniş aralıkta uygun partikül kullanılabilir. Bu maddeler sadece sertlik ve aşınma direncinde farklılık değil, aynı zamanda şekil olarak da farklılık gösterir. Tüm bu faktörler yüzey ve performans karakteristiğini etkiler.

Malzeme	Sertlik
P2 Çelik	400 VHN
Akımsız Nikel Kaplama	950 VHN
Sert Krom Kaplama	1,000 VHN
2 mikron elmas partiküllü Kompozit Akımsız Nikel Kaplama	1,161 VHN
Elmas	10,000 VHN

Tablo I. Çeşitli metal ve kaplamaların sertlik ölçümleri

Tablo 1, çeşitli malzeme ve kaplamalar için sertlik ölçümlerini içermektedir. Standart çentik sertlik testi mekanizmasına göre, kompozit akımsız nikel kaplamaların doğru sertlik değerlendirmesi kolay yapılamamaktadır. Test metodunun bu sınırlaması ve bu çeşit kaplamaların öncelikli olarak aşınma direnci için kullanılmasından dolayı bu özelliğin sertlikle doğrudan ilişkilendirilmesi zorunlu değildir.

Şunu belirtmek gerekir ki, her ne

Malzeme veya Kaplama	Aşınma İndeksi
Kompozit elmas-akımsız nikel	0.0115
Tavlanmış Tungsten Karbür	0.0274
Grace C-9 (88WC, 12Co) elektro kaplanmış sert krom)	0.0469
Rc 62 ile sertleştirilmiş takım çeliği	0.1281

Tablo 2. Çeşitli malzeme ve kaplamaların Taber aşındırma testi

kadar bu standartlaştırılmış aşınma testi metotları aydınlatıcı olsa da, tasarlanan kullanım koşulları altında yapılan çeşitli kompozitlerin kontrollü olarak test edilmesinin yerini tutamaz.

Farklı madde ve kaplamaların aşınma direncinin ölçülmesi için çok çeşitli test metotları kullanılmıştır; en çok kullanılan test metodu ise Taber aşındırıcı testidir. Taber test yönteminde kaplanmış bir panel 2 dönen aşındırıcı çarkın altında döner. Aşınma spesifik devir sayılarını takiben panellerin ağırlık kaybı ile ölçülür. Aşınma indeksi ne kadar düşük olursa, kaplamanın aşınması da o kadar az olur. Tablo 2'deki maddeler ve kaplamalar taber test cihazında 1000 tur dönüş ile test edilmiştir. Tablo 3, Nano-PlateTM 150 (nano boyutlu elmas parçalarına sahip bir kompozit akımsız nikel birikimi) ve sert krom kaplama için Taber aşındırma test sonuçlarını yansıtmaktadır. Bu sonuçlar, 10000 adet dönüşle gerçekleştirilen geniş kapsamlı teste dayalıdır.

Sert krom kaplama ile kıyaslandığında, kompozit akımsız nikel kaplamaların kaplama direncinin geliştirildiği yapılan testler yoluyla gösterilmiştir. Çeşitli aşınma koşulları altında maddelerin performansının gözlemlenmesi aydınlatıcı olacaktır. Şekil 2 yarnline aşındırıcı testi sonuçlarını içermektedir. Sonuçlar saat başına mil hesabı yapılarak malzemenin sökülmesi şeklinde hesaplanır ve sert krom kaplama, NiPlate 700TM ile silikon karbür partiküllerine sahip kompozit akımsız nikel kaplama arasındaki etkileyici farkı gösterir.

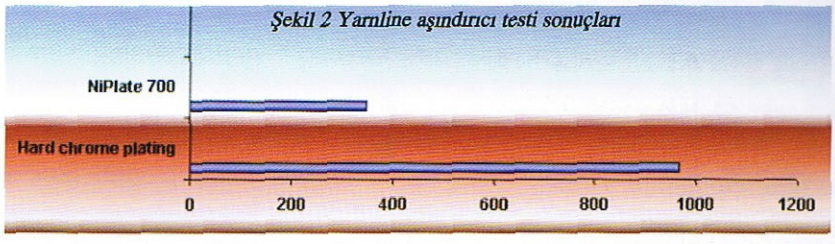
Malzeme	Aşınma İndeksi
Nano-PlateTM 150	0.0013
Sert Krom Kaplama	0.04

Sonuç

Kompozit akımsız nikel kaplamalar, sert krom kaplamalar ile kıyaslandığında çok daha iyi aşınma direnci ve sertlik sağlar.

Kompozit akımsız nikel kaplamaların, sert krom kaplamaya kıyasla üstün olan diğer uygulama ve performans yararları daha önce de açıklanmıştı. Bu sebeple kompozit akımsız nikel kaplamalar, sert kromun yerine geçebilir ve ondan üstün özellikler sergileyebilir.

Kromun bertaraf edilmesi sayesinde önemli sağlık ve çevre zararları ortadan kaldırılır. Codeposite partiküllerin hacimce %40 kadarı ile güvenilir şekilde kompozit akımsız nikel kaplamaları üretilebilir ve böylece, kaplamalar da kullanılan ve çevreye yayılan nikel miktarının düşmesi sağlanacaktır.



Şekil 2 Yarnline aşındırıcı testi sonuçları

Referanslar

1. Mypolex ? Micropolycrystalline Diamond Powder, E.I. DuPont de Nemours & Company, Inc., page 17.
2.Feldstein, N.; Lancsek, T.; Lindsay, D; Salerno, L.; Electroless Composite Plating; Metal Finishing, August, 1983, pgs. 35-51.
3.U.S. Patents 4,997,686, 5,145,517, 5,300,330, and 5,863,616.
4.U.S. Patents 4,547,407 and 4,906,532.
5.N. Feldstein, Composite Coatings, Materials Engineering, Cleveland, Ohio, 1981.
6.N. Feldstein, Composite Coatings, Materials Engineering, Cleveland, Ohio, 1981.
7."Composite Electroless Coatings with Nanometer Diamond Particles", Michael Feldstein, Nanomaterials Workshop, December 11, 2002.
8. N. Feldstein, Composite Coatings, Materials Engineering, Cleveland, Ohio, 1981.