

HULL CELL

Yazarlar : H.J.Sedusky & J.B.Mohler
Çeviri : Yıldırım Elektrik Cihazları San.Tic.Ltd.Şti'nin Hizmetidir.
Çeviren : Alper Önsavaş

Bir kaplama banyosunun başarılı olarak çalışabilmesi için, bütün hata nedenleri kontrol altında tutulmalıdır. Bu açıkça bilinen bir gerçek olmasına rağmen hata nedenleri her zaman açıkça anlaşılamayabilir.

Hatalar yanlış düzenlenmiş kimyasal madde konsantrasyonlarından, banyoda çözülmüş olarak bulunan yabancı maddelerden, atmosferdeki kirlilikten, askının kirli olmasından, banyoda kullanılan kimyasalların zamanla üretmiş oldukları tortudan, anottan dolayı veya kimyasalların kendisinden kaynaklanan ve banyo çözeltisinin saflığını bozan maddeler yüzünden oluşabilir.

Çeşitli yabancı metaller değişik yollarla banyoya karışmış olabilir. Eğer bu metallerin elektronegatifliği yüksek ise birikmeye başlarlar ve kritik konsantrasyon aşıldığında kaplamada hataya sebebiyet verirler. İstenmeyen organik maddeler ise askı kaplamasından ya da eklenen malzemeler aracılığıyla banyoya karışabilir.

Bu ve benzeri bazı kaplama hatalarını tesbit etmek için bir test metodu vardır. Bunu yapmanın yolu, birkaç parçanın kaplanarak elde edilen sonuçların gözlemlenmesidir. Bu şekilde yapılan testte sorun çıkmaması, değişik akım yoğunluğunda veya farklı yüzey şekline sahip bir kaplamada sorun çıkmayacağı anlamına gelmez. Bu tür hataları tespit edebilmek için değişik akım yoğunluklarında bir dizi test yapmak gerekir. Bu işlem esnasında kaplamada bir sorun olduğu görülürse, mantıksal olarak bu sonuç testin yapıldığı akım yoğunluğunun yanlış olduğu anlamına gelir.

Hull Cell Kabı bu testi yapmak için özel olarak geliştirilmiştir. Hull Cell testi, kaplama esnasında uygulanan normal akım yoğunluğunun biraz üzerinde ve biraz aşağısında bir sahadaki akım yoğunluklarını kapsar. Bu ekstra akım yoğunluğu sahası sayesinde normal akım aralığında test yapılmadan daha önce, kaplamadaki hatayı tespit etmek mümkün olur.

Bir örnekle kaplama testiyle hatanın nasıl tespit edildiğini görelim:

Bir parlak nikel banyosu kaplanan parçaların üzerinde duman renginde tortu bırakmaya başladı. Kimyasal analizler asıl parlaticı da dahil olmak üzere tüm gerekli kimyasalların doğru oranlarda olduğunu gösteriyor. Yeterli miktarda anti-pit etmenin olduğu da yüzey gerilimi ölçümünden anlaşılıyor. Bir kaplama testi daha yapılıyor ve aynı dumanlı tortu normal kaplama akım yoğunluğunun üstündeki bir akım yoğunluğu değerinde çalışılırken gene beliriyor. Tipik test kaplaması olarak bilinen, standartlara göre hazırlanmış önceki deney sayesinde aşırı miktarda anti-pit etmeni olduğu anlaşılmış olur. Yüzey gerilimi ölçümü hatanın yerini öğrenmemizi sağlayamaz, çünkü yüzey gerilimi testi ile aşırı miktarda anti-pit etmenin var olup olmadığı değil, sadece yeterli miktarda bulunup bulunmadığı anlaşılabilir. Şimdi banyo aktif karbonla kimyasal işleme tabi tutularak ya da elektrolize edilerek katotla birlikte yüzey aktif maddelerin hepsi veya bir kısmı temizlenir. Banyoyu kimyasal işleme tabi tuttuktan ve yeniden ayarladıktan sonra ikinci test yapılarak istenen parlaklıkta kaplama yapıp yapılmadığı doğrulanır.

Bu varsayılan olayda şu hususa dikkat edilmelidir: Kapsamlı bir test yapmanın en iyi yolu kaplama testidir ve kullanılacak en iyi kaplama testi ise imalatta gereken tüm akım aralığını kapsayandır.

Hull Cell testi genel bir kaplama akım aralığı testidir. Bu test daha çok zor yüzeylerde olmak üzere, bütün kaplama yüzeylerinde akım yoğunluğundaki değişimin sonuçlarını önceden bildirmek için kullanılır. Kplama işlemi esnasında akım yoğunluğundaki değişim, diğer bilinen değişkenler içinde en önemlisidir. Seçilen bir noktada zamana bağlı olarak değişmez fakat, kaplanan parçanın yüzeyine bağlı olarak değişir. Girintilerde ve köşelerle kenarlarda düşüktür. Sıcaklık, gerilim, kimyasal bileşim ve ajitasyon normal hallerde bir kaplamada değişken değildir, fakat akım yoğunluğu hemen hemen her yüzeyin değişik noktalarında farklı büyüklüktedir. Buna rağmen, genellikle akım yoğunluğu kabul edilebilir kaplama akım aralığının içindedir.

Yapılacak bir Hull Cell testinin sonuçları kaplama için en uygun değerler etrafında elde edilebilecek kaplama akım genişliğini gösterir. Aynı zamanda akım yoğunluğu hatası banyoda da tecrübe edilebilir (yüksek akım yoğunluğundaki alanlarda yanma gibi). Bu hatanın üstesinden gelmek için, kullanılan toplam akımı düşürmeyi denemek uygun olabilir. Yanma durmuş olsa bile bu sefer de düşük akım yoğunluğunda parçaların kaplanmaması gibi yeni zorluklarla karşılaşılabilir. Kplama testi, banyonun kaplama için en uygun sahada çalışıp çalışmadığını gösterir. Banyoda yapılan tecrübenin, kaplama akım aralığının parçaların kaplanması için yeterli genişlikte olmadığını gösterdiğini farz edelim. Bir başka problem de askılarda meydana gelir ve soyarak, gölgelendirerek ya da anot ayarlaması ile çözümlenmelidir. Belli bir değerde yapılan kaplama testi banyodaki değişiklikleri ve işe yaramayan kaplama akım aralığını görmemizi sağlar.

Hull Cell, kaplama akım sahalarını ölçmek için kullanılabilir fakat en önemli özelliği analitik ve denetleme aleti oluşudur. Şöyle ki; Hull Cell hem varolan hataları hem de gelecekte karşılaşılabilecek zorlukları ortaya çıkarmak için kullanılabilir.

Bir kaplama banyosunu denetlemek, Hull Cell ve bir hidrometre kullanarak mümkün olur. Bu şekilde, kimyasal analiz yapılmadan denetlenen banyolara örnek olarak bir asitli krom banyosunu gösterebiliriz. Pirinç banyosu gibi karmaşık olan banyolar da Hull Cell testi kullanılarak büyük ölçüde denetlenebilir. Bununla birlikte, çoğu banyo için kaplama testiyle kimyasal analizin birlikte kullanılması, kesin olarak bulunmak istenen ölçülebilir bilgileri verdiği için en iyi yöntemdir.

Hull Cell testinde kullanılan kap Şekil 1’de gösterilmiştir. Hull Cell Kabı katot genişliği boyunca her bir noktada akım yoğunluğu düzenli olarak değişecek şekilde yapılmıştır.

267 ml. lik kap en çok tercih edilenidir. Bu hacim için 2 gram katı madde eklenmesiyle elde edilen çözelti 1 ons/galon’a eşittir. Anot katodu karşılayacak şekilde kabın karşı kenarına yerleştirilmiştir. 2,5 inç x 4 inç (6,35 cm x 10,16 cm) boyutundaki katot kabın eğimli kenarının karşısına yerleştirilir.

Kullanılan toplam akım test edilen banyonun cinsine bağlıdır. Katot üzerindeki herhangi bir noktanın akım yoğunluğu, Şekil 2’deki grafiğe başvurulurak elde edilebilir.

$$\text{Şekil 2’deki grafik, } A = C \times (27,7 - 48,7 \times \log L)$$

A : Akım Yoğunluğu

C : Toplam Akım

L : Katot Boyu Mesafesi

denklemden hesaplanarak elde edilmiştir.

Bu denklem tüm kaplama banyoları için tam olarak doğru değildir fakat, banyodan banyoya değişme derecesi de fazla değildir. Herhangi bir uygulamada tüm önemli banyo değişkenlerinin tipik bir levha için anlaşılır olması istendiğinden standart levhalar kullanılması tavsiye edilir. Levhalardan maksimum veri alabilmek için, standart levhaların hazırlanması sırasında temizleme, paklama, yakma gibi üretim koşulları mümkün olduğunca birbirinin aynısı olmalıdır. Yüksek verimli siyanürlü bakır banyolarında olduğu gibi, eğer asıl uygulamada banyo karıştırmalı ise test boyunca karıştırma çubuğu ile yumuşak bir karıştırma uygulanmalıdır.

Aynı ortalama akım yoğunluğunda test yapmak, toplam akım büyüklüğünü kullanarak katkı maddelerinin kaplamaya etkisinin araştırılması daha hassas bilgiler verebileceği için en iyi yöntem değildir. Bu noktayı canlandırabilmek için bir örnek vermeden önce, Şekil 3’te gösterilen tipik bir Hull Cell levhasına göz atmakta yarar vardır.

Şekil 3’teki gibi bir levha, parlatici kullanılan bir soğuk nikel banyosundan elde edilebilir. Levhanın sol tarafında akım yoğunluğu yüksektir. A bölgesi koyu renk ve pürüzlü, B bölgesi mat (donuk), C bölgesi parlak ve D bölgesi ise çok ince kaplanmış ya da kaplanmamıştır. Levhanın üstünden alt kısmına doğru uzanan A ve B bölgelerini ayıran eğri ile B ve C bölgelerini ayıran eğriler düşük akım yoğunluğu yönünde eğilir. Bu kabın alt tarafında, katot boyunca devam eden çözelti akışının yarıda kesilmesinden kaynaklanır, fakat sonuçların yorumlanmasını engellemez. Levhanın sadece noktalı çizgiler arasında belirtilen bölümünün görünümünü inceleyerek taslağını çıkarmak, tipik sonuçları göstermek için iyi bir semadır. Bu yapıldığında Şekil 4’te görüldüğü gibi bir çizim ortaya çıkar.

Eğer testin amacı yeni bir banyoya eklenen maddelerin konsantrasyonunun etkisini değerlendirmek ise, mümkün olan en geniş parlak sahayı verecek olan toplam akım kullanılır. Örneğin, Şekil 5’te gösterilen levhalar toplam 1, 2 ve 3 Amper akımlar için elde edilebilir.

Toplam akım yükseltildikçe, görünüşte parlaklık aralığının da (fiziksel dağılım olarak) levhanın düşük akım yoğunluğu ucuna doğru ilerlediği görülür. Ayrıca Şekil 5’te gösterildiği gibi; 2 Amper toplam akımın, kaplanan test levhasının boyutlarına orantılı olarak, en geniş parlaklık dağılım aralığını verdiği görülür.

Test sırasında çözeltiliye eklenecek kimyasalların derişimi için uygulanacak standartlar dizisi önceden hazırlanmalı ve sürekli referans olarak kullanılmalıdır.

Hull Cell kabı ayrıca krom kaplama banyolarındaki ($\text{CrO}_3\text{-SO}_4$, Krom +3) oranını hesaplamak için kullanılır.

Yukarıdaki kısım nicel (sayısal, ölçülebilir) uygulamanın nasıl yapılacağını ve kaplama gücünün nasıl ölçüleceğini açıklar. Uygun (CrO_3 , Krom +6 = Kromik Asit) derişimini idame ettirmek için bir hidrometre kullanılarak ve yukarıdaki standartlara göre kaplama testleri referans alınarak, bir krom banyosunun başka analizlere gerek kalmadan denetlenmesi mümkündür.

Eğer banyo uygun kimyasal sınırlarda ve katışıksız ise, eklenmiş kimyasalların konsantrasyonunu tesbit etmek için bir Hull Cell testi yapılabilir. Aşağıda Gümüş Floborat banyosuna artan miktarlarda kimyasal eklenerek elde edilmiş örnekler verilmiştir. Değişik şartlardaki çeşitli banyolardan alınan Hull Cell levhalarını incelemek uygun bir yöntemdir.

Eğer tortu renksiz ise 7,5 gr/lit lik artışlarla sodyum bikarbonat ekleyiniz. Renklenmeye başlaması tortudaki çinko miktarının çok fazla olduğu gösterir. Bu durum banyonun koşullarına bağlı olarak aşağıdakilerden birisi uygulanarak düzeltilebilir:

1. Sodyum bikarbonat ekleyiniz.
2. Bakır siyanür ekleyiniz.
3. Yüksek pH durumunda sodyum siyanür ekleyiniz.

Eğer tortu renksiz ve bikarbonat eklemek renklenmeyi sağlamamışsa 3,75 gr/lt lik artışlarla sodyum hidroksit ekleyiniz. Renklenmeye başlamışsa bu durumda tortudaki bakır miktarının çok fazla olduğu anlaşılabilir. Bu durum aşağıdakilerden birisi uygulanarak düzeltilebilir:

1. Kostik soda ekleyiniz.
2. Çinko siyanür ekleyiniz.
3. Serbest siyanür içeriğini düşürmek için hem bakır hem de çinko siyanür ekleyiniz.

Hull Cell kabı ayrıca kaplama banyolarının kontrolü ve analizi gibi diğer bazı uygulamalarda da kullanılabilir. Bu test yeni banyolar geliştirmek ve değerlendirmek için deney yapanlar açısından çok değerlidir. Tek bir işlemle banyonun geniş bir akım yoğunluğu sahasındaki davranışı detaylı şekilde elde edilmiş olur. Eğer kaplama akım aralığı dar ise eklemeler yapılmalı ve sahadaki değişimler ya da yayılmalar not edilmelidir. Bu şekilde bir yöntem izlenerek yayılmanın olumlu yönde değişip değişmediği kolayca gözlemlenir.

Hull Cell testi bir banyonun kaplama gücünün ölçülmesi için de kullanılabilir. Mesela, eğer 0,2 Amper toplam akım kullanılırsa, katod boyunca akım yoğunluğu sahası $0,4 - 12 \text{ A/ft}^2$ ($0,043 - 1,3 \text{ A/dm}^2$) olacaktır.

Kaplamanın yapılacağı yerdeki minimum akım yoğunluğunu ortaya çıkarmak için bir test yapılabilir. Kaplanacak levha ile renk mukayesi yapmak için temel alınacak bir metal levhanın kullanılması, az kaplanan alanları gözlemlemeyi kolaylaştıracaktır.

Kaplama gücünü test ederken standart yüzey temizleme yönteminin kullanılması zorunludur. Kaplama süresi tüm test gruplarında aynı olmalıdır. Herhangi bir koşul değiştirildiğinde testler değişir ve test sonuçları sadece o test grubu içinde karşılaştırılabilir.

Gerçek şu ki; standardizasyon, bir banyo için yapılan kaplama gücü testindeki değişkenlerin test edilebilecek diğer banyolarınkinden farklı olduğunu göstermesi için gereklidir.

Temizleme yöntemi kaplama gücüne etki eder ve düşük akımda yapılan bir Hull Cell testi en iyi temizleme yöntemini belirlemek için kullanılabilir.

Düşük akımda bir kaplama gücü testi eklenen kimyasalların kaplama gücünü artırdığını ya da azalttığını kolaylıkla gösterecektir. Standart testte katodun gerisinde düşük akım yoğunluğu alanı oluşması avantajı vardır. Eklenen kimyasalların etkisi Şekil 21'deki gibi ya da banyo bileşenlerindeki değişimler Şekil 22'deki gibi gözlemlenebilir.

Kirlenmenin etkisi de bu düşük akım yoğunluğu alanında kolaylıkla gözlenebilir. Belirli bir banyonun test levhasının arkasındaki kısmı da zaman zaman ön tarafı kadar bilgi verir.

Hull Cell testleri yönetilirken en iyi yol numaralandırılmış şekilde ardarda yapılmasıdır. Herhangi diğer analitik alet gibi, eğer iki test yapılıyor ve ölçümler karşılaştırılıyorsa sonuçlar doğru olur. Eğer tek test yapılırsa alınan sonuçlar ara sıra yanlış olabilir. Bu katodun yanlış temizlenmiş olmasından, banyo sıcaklığının ya da akım yoğunluğunun test işlemi boyunca aşırı değişmesinden kaynaklanır.

Eğer sonuçlarda yanlışlık olduğundan şüphelenilirse banyonun bir miktarı alınarak gerekli düzeltmelerden sonra ikinci bir test yapılmalıdır. Test sırasında

yapılan düzeltmelerden, kaplama banyosu için uygulanacak düzeltmeler doğru şekilde belirlenir.

Eğer büyük banyo ana metal kirlenmesi gösteriyorsa düşük akım yoğunluğunda elektrolize edilmelidir. Bu Hull Cell kabında katodla anodu paralel kullanarak yapılabilir. Düzeltme işlemi sırasında karıştırma kullanılmalıdır. Arada sırada yapılan testler metal kirlenmesini ortadan kaldırmak için gerekli süre hesaplanarak yapılmalıdır. Metal kirlenmesini ortadan kaldırmak için geçen süre ve kullanılan akımdan galon (ya da m³) başına uygulanacak amper-saat ve kaplama banyosunun kaç saatte temizleneceği hesaplanabilir.

Örnek :

Bir nikel banyosunda bakır kirlenmesi görülmüştür. 2 ¼ inç x 4 inç (5,72 cm x 10,16 cm) boyutlarındaki katot Şekil 23' te görüldüğü gibi 2 inç (5,08 cm) derinliğindeki Hull Cell kabının uzun kenarı boyunca yerleştirilmiştir.

0,28 Amper' lik akım (Akım Yoğunluğu : 5 A/ ft² = 0,54 A/ dm²), karışmış olan bakır 10 dakikada temizleyecektir. Banyo tankının hacmi 1000 galon (3780 litre = 3,78 ton) ve bakır elektrolizinde kullanılan katot alanı ise 10 ft² (92,9 dm²) dir.

Hull Cell verilerinden :

$$0,28 \times \frac{10}{60} \times \frac{1000}{267} = 0,175 \quad \text{amper-saat/litre.}$$

ya da :

$$0,28 \times \frac{10}{60} \times \frac{3780}{267} = 0,66 \quad \text{amper-saat/galon.}$$

Kaplama tankı verilerinden :

$$1000 \times 3,78 = 3780 \text{ litre.}$$

$$10 \times 5 = 50 \text{ amper.}$$

$$0,175 \times \frac{3780}{50} = 13,2 \quad \text{saatte (50 amper akımda) bakır temizler.}$$

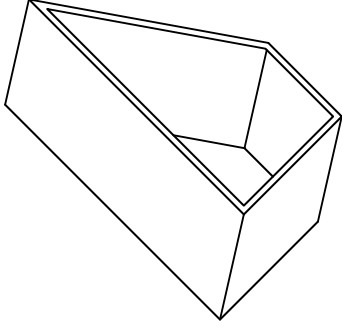
Teşekkür :

Frank MacIntyre binlerce Hull Cell testi sonucunu inceledi.

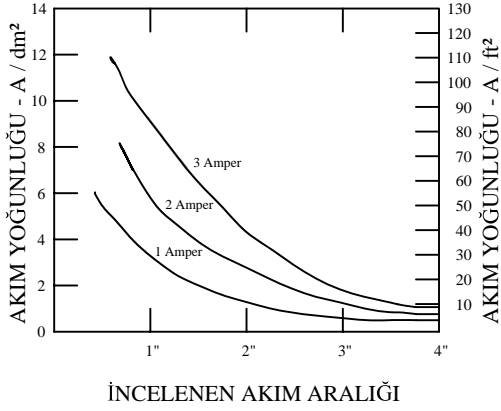
Yazarlar, yapıcı önerileri ve tipik kaplama levhası çizimleri için kendisine müteşekkirdir.

Başvurulan Kaynaklar :

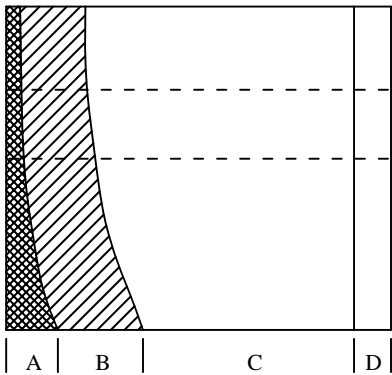
1. F. H. MacIntyre and R. O. Hull Am. Electroplaters' Soc., *Proceedings* (1943).
2. R. O. Hull. Am. Electroplaters' Soc., *Proceedings* (1939).
3. Trans. Electrochem. Soc., Oct. (1945) 88 338 (1945).



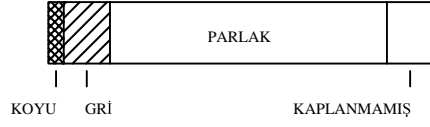
ŞEKİL 1. Hull Cell Kabı



ŞEKİL 2. Hull Cell Kabı İçin Akım Aralığı



ŞEKİL 3. Nikel Banyosu İçin Tipik Hull Cell Kaplama Levhası



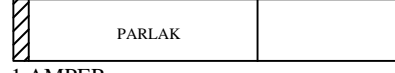
ŞEKİL 4. Hull Cell Testi Levhası İçin Tutulan Notlardaki Taramaların Anlamları



3 AMPER



2 AMPER

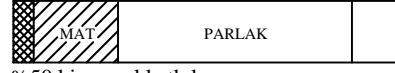


1 AMPER

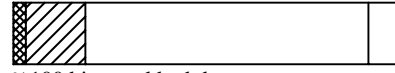
ŞEKİL 5. Toplam Akımın Kaplama Sahasına Etkisi



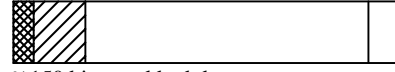
%0 kimyasal katkı optimum konsantrasyon



%50 kimyasal katkı



%100 kimyasal katkı

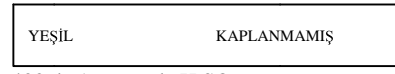


%150 kimyasal katkı

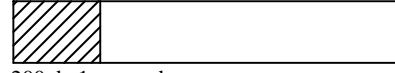


%200 kimyasal katkı

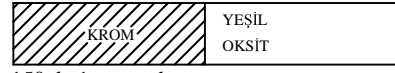
ŞEKİL 6. Nikel Banyosunda Eklenen Kimyasalın Etkisi



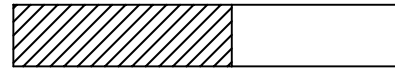
400 de 1 oranında H₂SO₄



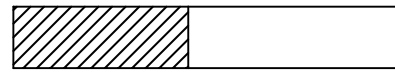
200 de 1 oranında



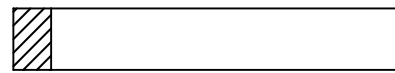
150 de 1 oranında



125 de 1 oranında



100 de 1 oranında

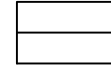


80 de 1 oranında

ŞEKİL 7. Asitli Krom Banyosunda Sülfürik Asidin Etkisi. Akım 5 Amper, Katod Parlatılmış, Sıcaklık 35-45°C



PARLAK



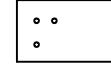
YARI PARLAK



MAT



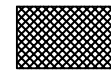
ÇİZGİLİ



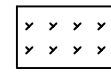
ÇUKURLU YA DA KARINCALI



YANIK PÜRÜZLÜ



TOZLU

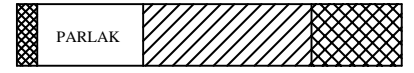


GEVREK YA DA ÇATLAK

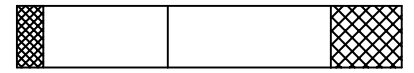
ŞEKİL 8. Test Levhasının Görünümünü Resimlemek İçin Kullanılan Genel Kodlama



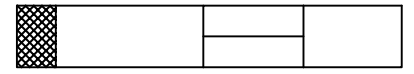
10 gr/lit Thiourza



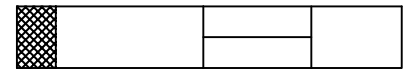
20 gr/lit



30 gr/lit



40 gr/lit

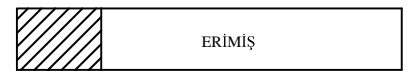


50 gr/lit

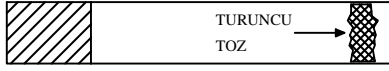
ŞEKİL 9. Asitli Gümüş Banyosunda Eklenen Kimyasalın Etkisi. Akım 1 Amper, Çelik Katod, Oda Sıcaklığı



En Uygun Şartlarda



Yüksek Çinko veya Yüksek Bakır



Yüksek Çinko veya Yüksek Bakır



Kurşun

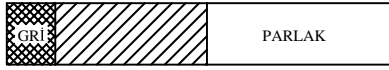
ŞEKİL 10. Pirinç. Akım 1 Amper,
Çelik Katod,Oda Sıcaklığı



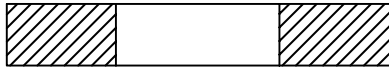
En Uygun Şartlarda



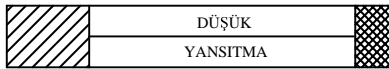
Yüksek Kadmiyum



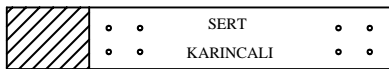
Düşük Kadmiyum



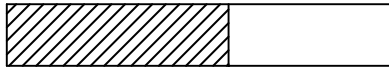
Düşük Siyanid



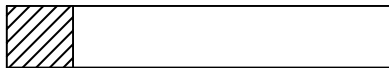
Yüksek Kostik



Düşük Kostik



Yüksek Karbonat



Düşük Karbonat



Yüksek Parlaticı



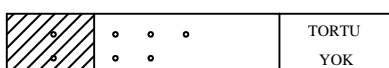
Düşük Parlaticı



Kurşun-Bakır



Kalay

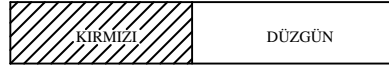


Krom

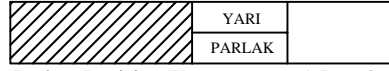


Yüksek Siyanit

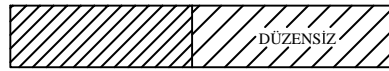
ŞEKİL 11. Parlak Kadmiyum. Akım 3 Amper,
Kimyasalın Etkisi. Akım 1 Amper,
Çelik Katod,Oda Sıcaklığı



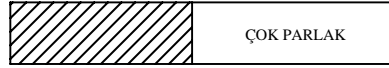
En Uygun Şartlarda ya da Yüksek Bileşikli



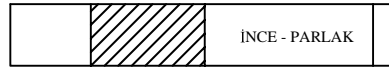
Toplam Derişim (Konsantrasyon) Düşük



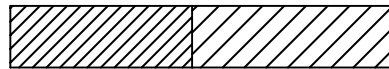
Serbest Siyanür Düşük



Yüksek Serbest Siyanür



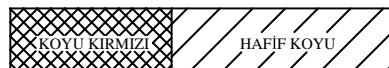
Çok Yüksek Serbest Siyanür



Düşük Roşel Tuzu



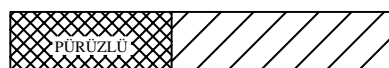
Yüksek Roşel Tuzu



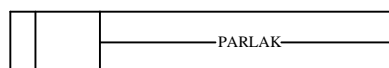
Yüksek Karbonat



Düşük pH



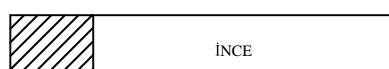
Yüksek pH



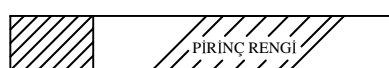
Düşük Kurşun



Yüksek Kurşun

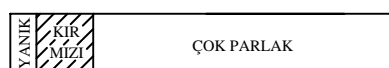


Demir



Çinko

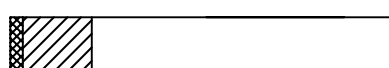
ŞEKİL 12. Roşel Bakır. Akım 2 Amper,
Çelik Katod,Sıcaklık 50-60°C



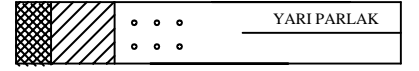
En Uygun Şartlarda



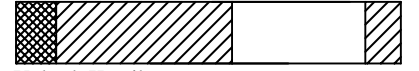
Yüksek Serbest Siyanür



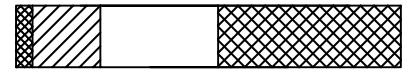
Düşük Serbest Siyanür



Düşük Anti-Pit Maddesi



Yüksek Kostik



Kurşun



Çinko



Krom



Organik

ŞEKİL 13. Yüksek Verimli Bakır. Akım 2
Amper,Çelik Katod,Katod Karış-
tırma 10 cm/sn,Sıcaklık 75-85°C



Optimum



Eklenen Kimyasal Düşük

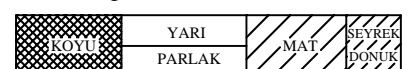


Eklenen Kimyasal Yüksek

ŞEKİL 14. Asitli Kurşun (floborat). Akım 3
Amper,Çelik Katod,Oda Sıcaklığı

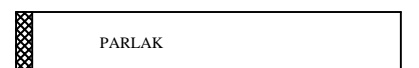


En Uygun Parlaticı Konsantrasyonu
Hafif Kırılğan

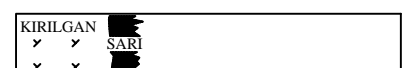


Parlaticısız
Diğer Etkiler Watts Tipi Banyoyla Aynıdır.

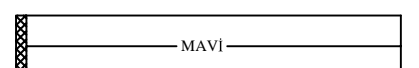
ŞEKİL 15. Nikel. Akım 2 Amper, Çelik
Katod,Oda Sıcaklığı



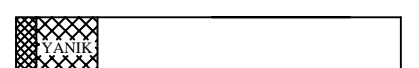
En Uygun



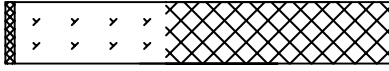
Yüksek pH



Düşük pH



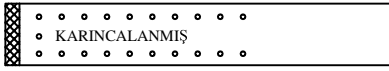
Düşük Nikel



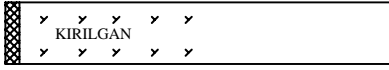
Düşük Borik Asit



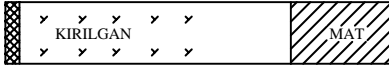
Yüksek Anti-Pit



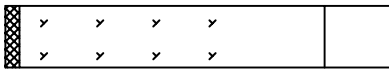
Düşük Anti-Pit



Yüksek Ana Parlatici



Düşük Ana Parlatici



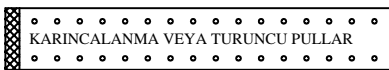
Yüksek Yardımcı Parlatici



Düşük Yardımcı Parlatici



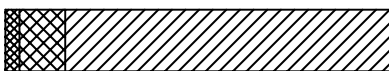
Organik Kirlenme



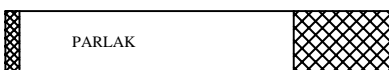
Banyoda Hava ya da Yağ



Yüksek Sıcaklık



Düşük Sıcaklık



Bakır veya Çinko



Krom

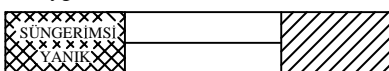


Demir

ŞEKİL 16. Parlak Nikel (Watts Tipi). Akım 3 Amper,Parlatılmış Çelik Katod, Sıcaklık 40-45°C



En Uygun

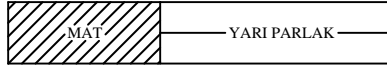


Düşük Parlatici

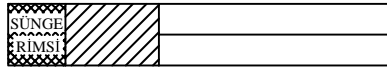


Yüksek Parlatici

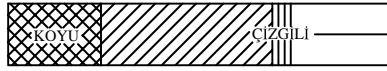
ŞEKİL 17. Siyanürlü Gümüş. Akım 1 Amper Gümüşlü Pirinç Katod,Oda Sıcaklığı



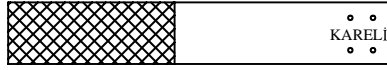
En Uygun Şartlarda



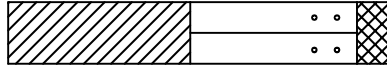
Düşük Kalay



Eklenen Kimyasal Düşük

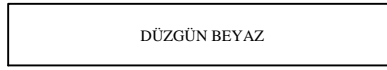


Eklenen Kimyasal Yüksek



Kurşun-Bakır

ŞEKİL 18. Asitli Çinko. Akım 2 Amper, Çelik Katod,Oda Sıcaklığı



En Uygun Şartlarda

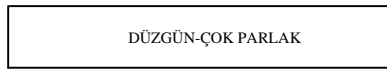


Yüksek Kostik

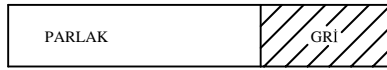


Kalay

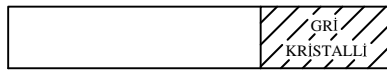
ŞEKİL 19. Alkali Kalay. Akım 2 Amper, Çelik Katod,Sıcaklık 70-80 °C



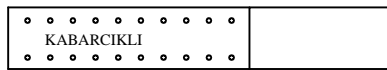
En Uygun Şartlarda



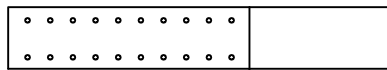
Düşük Sodyum Siyanür / Çinko Oranı



Yüksek Kostik



Yüksek Sodyum Siyanür / Çinko Oranı



Düşük Kostik



Yüksek Çinko



Düşük Parlatici

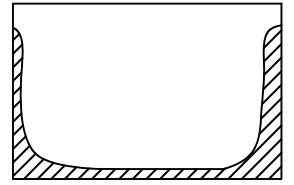


Bakır-Demir-Kadmium

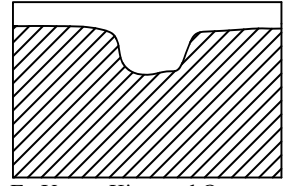
ŞEKİL 20. Parlak Çinko. Akım 3 Amper Parlatılmış Çelik Katod,Sıcaklık 40-50 °C



En Uygun Kimyasal Oranı

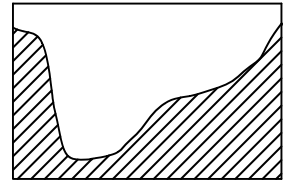


Eklenen Kimyasal Düşük

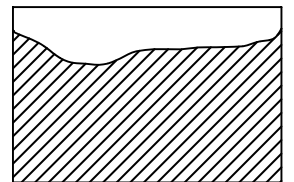


En Uygun Kimyasal Oranı

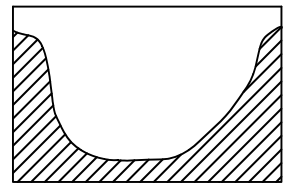
ŞEKİL 21. Asitli Kurşun Banyosunda Test Levhasının Arkası



Sodyum Siyanür / Cd Oranı 4/1

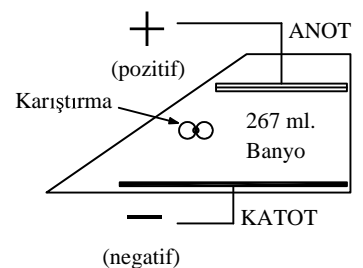


Sodyum Siyanür / Cd Oranı 7/1



Sodyum Siyanür / Cd Oranı 10/1

ŞEKİL 22. Siyanürlü Kadmium Banyosunda Test Levhasının Arkası



ŞEKİL 23. Elektroliz Testi