
OERLIKON KAYNAK ELEKTRODLARI VE SANAYİ A.Ş.

www.oerlikon.com.tr

BAKIR

VE

BAKIR ALAŞIMLARININ

KAYNAĞI

Çeviren : MELİKE CAVCAR

1996

İÇİNDEKİLER:

BAKIR VE BAKIR ALAŞIMLARININ KAYNAĞI.....	2
1. BAKIR ALAŞIMLARININ KAYNAK KABİLİYETİ.....	3
2. BAKIR VE BAKIR ALAŞIMLARININ ÖRTÜLÜ ELEKTROD İLE KAYNAĞI.....	3
3. BAKIR VE BAKIR ALAŞIMLARININ GAZALTI KAYNAĞI	9
4. BAKIR VE BAKIR ALAŞIMLARININ TIG KAYNAĞI.....	12
5. BAKIR VE BAKIR ALAŞIMLARININ KARBON-ARK KAYNAĞI.....	15
KAYNAKÇA.....	15

BAKIR VE BAKIR ALAŞIMLARININ KAYNAĞI:

Bakır, ısıyı ve elektiriği en iyi ileten metallere biridir, aynı zamanda kimyasal olarak oksijenle çabuk reaksiyona girer. En saf olarak üretilen ve satılan metaldir. Elektrolitik bakır % 99 saflıktadır ve % 0.05 bakır-oksit bakır içinde ötektik olarak dağılır. Kaynak yapılırken, aslında çok yumuşak olan malzeme, bakır-oksitlerin tane sınırlarına göçü nedeniyle sünekliğini kaybeder. 705°C'nin üstünde karbonmonoksit ve hidrojen emilimi ve bakır-oksit ile reaksiyonu sonucunda karbondioksit ve su buharı oluşur. Bu iç çatlaklara ve kırılabilirliğe neden olarak kaynağı karmaşıklaştırır..

Küçük miktarlarda silis, fosfor veya diğer oksit gidericilerin bakıra eklenmesiyle oksijeni giderilmiş (deokside) bakır elde edilir. Oksijeni giderilmiş bakırın kaynağında gazaltı, TIG veya karbon-ark yöntemiyle daha iyi sonuçlar elde edilebilir. Oksijen giderici elementler, oksijenin bakırla birleşerek tane sınırlarında bakır-oksit oluşumunu engeller. Oksijeni giderilmiş bakırın bir türü de "oksijensiz bakır"dır. Bu bakır, oksijenden arındırılmak için hidrojen ortamda eritilerek dökülür. "Oksijensiz bakır", oksijen giderici elementleri içermez. Bu elementlerin bulunmaması mekanik özelliklerini iyileştirirken yüksek sıcaklıklarda uzun sürede iç oksitlenmeye neden olur. Oksijensiz bakır, kaynak yapılırken oksijen almaya ve bakır-oksit oluşturmaya eğilimlidir. Sonuç olarak; oksijeni giderilmiş bakırlardaki kaynaklar kalite olarak ikinci sınıftır. Bu nedenle, oksijensiz bakırın kaynak kabiliyeti elektrolitik bakırlar ile birlikte sınıflandırılabilir. (Tablo 1). Yalnızca karbon-ark yöntemi kullanılırken, indirgeyici atmosferde "oksijensiz bakır", kalite olarak elektrolitik bakıra göre bir iyileşme gösterir.

Bakırın oksijene eğilimi kaynağı zorlaştıran birçok karakteristiktir sadece biridir. Bakır, çeliğe göre daha düşük sıcaklıklarda ergimesine rağmen, belli miktardaki bakırın elektrik arkı ile ergitmek, aynı boyutta çeliği ergitmekten daha zordur. Bu, bakırın yüksek termik iletkenliğe sahip olmasının sonucudur (Bakırın termik iletkenliği çeliğin beş katıdır). Bakırın kaynak yaparken, kaynak bölgesine yakın bölgeler ısıyı verildiği hızda çeker. Yakındaki metal, yeteri kadar ısınmadan kaynak bölgesi ergime noktasına ulaşmaz. Bakırın yüksek termik iletkenliği, kaynak yaparken ön ısıtmanın yapılmasını gerektirir. Bakır aynı zamanda çelikten daha yüksek termik genleşme katsayısına sahiptir. Bu, bakırın ısıtılırken çok genleşeceği ve soğurken de çok çekeceği anlamına gelir ki, bu, çelikleri kaynak yaparken, operatörlerin sürekli karşılaştıkları çekme ve kaynak çatlağı probleminin önemini gösterir. Bu

problem bakırın 260°C'nin üzerinde çekme mukavemetinin çok hızlı düşmesi nedeni ile daha da ciddileşir.

1. BAKIR ALAŞIMLARININ KAYNAK KABİLİYETİ:

Çeşitli mekanik, elektriksel ve mimari uygulamalar için tasarlanan bir çok bakır alaşımı vardır. Değişen yüzde miktarlarında ilave edilen alaşım elementleri, çinko, kalay, nikel, alüminyum, demir, kurşun, mangan, gümüş, kadmiyum, silis, fosfor ve berilyumdur. Hepsisi aynı kolaylıkta veya kalite yönünden aynı başarıda olmasa da tüm alaşımlar kaynak olabilir. Kaynaklı parça üretiminde en çok kullanılan belirleyici nitelikteki altı alaşım elementinin yaklaşık kompozisyonları ve özellikleri Tablo 3' de listelenmiştir. Altı alaşımın kaynak kabiliyeti Tablo 1'de verilmiştir ve açıklaması daha sonraki bölümlerde yapılacaktır. OERLIKON'un bakır ve bakır alaşımlarının kaynağı için ürettiği örtülü elektrod ve kaynak telleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

2. BAKIR VE BAKIR ALAŞIMLARININ ÖRTÜLÜ ELEKTROD İLE KAYNAĞI:

Bakır ve alaşımlarının ark kaynağı Tablo 1'deki dört yöntem ile sınırlıdır. Örtülü elektrod ark kaynağı yöntemi en basit olandır aynı zamanda TIG ve karbon-ark yöntemlerine göre avantajları vardır. Bazı alaşımlarda istendiği gibi, ısıtma periyodu göreceli olarak kısadır. 6.35 mm'nin üzerindeki alaşımlarda yeterli ergime sağlamak için ön ısıtma genellikle gereklidir. Tablo 1'de gösterildiği gibi örtülü elektrod yöntemi ile en iyi kaynaklar bakır-çinko, bakır-kalay ve bakır-nikel alaşımlarının kaynağında elde edilir. Elektrolitik, oksijensiz veya oksijeni giderilmiş bakırlarda yüksek, mukavemetli birleştirmeler elde etmek mümkün değildir. Elektrod seçimi ana metalin kimyasal kompozisyonuna bağlıdır (Tablo 3). Bu tabloda bakır ve alaşımları için AWS sınıflandırması ve elektrodlar için kimyasal kompozisyon ihtiyaçları verilmiştir. Bu elektrodlarla yapılan kaynak metalinin belirtilen en düşük çekme mukavemeti de Tablo 4' de verilmiştir. Tablo 1 bakır ve altı bakır alaşımı için önerilen elektrod sınıflandırmasını gösterir. Böylece bu tablodan ECuNi elektrodunun bakır-nikel alaşımı için seçileceğinin, düşük çinkolu (kızıl pirinç) ve yüksek çinkolu pirinçlerde de (Muntz metali) ya ECuSn-A , ECuSn-C veya E CuAl-A2'nin iyi sonuçlar vereceği görülebilmektedir.

TABLO 1. DÖRT KAYNAK YÖNTEMİNİN BAKIR VE BAKIR ALAŞIMLARININ KAYNAĞI

Ortak Ad	Oksijensiz veya Elektrolitik Bakır	Oksijeni Giderilmiş Bakır	Kızıl Pirinç	Muntz Metali	Silis Bronzu	Fosfor Bronzu	Bakır-Nikel	Aluminyum Bronzu
----------	------------------------------------	---------------------------	--------------	--------------	--------------	---------------	-------------	------------------

ÖRTÜLÜ ELEKTROD ARK KAYNAĞI- DCEP

Kaynak Kalitesi	Orta veya zayıf	Zayıf. Gazaltı veya TIG tercih	İyi	İyi	Zayıf. Gazaltı veya TIG tercih	İyi	İyi	Zayıf. Gazaltı veya TIG tercih
Elektrod	ECuSn-A ECuSn-C	ECuSn-A ECuSn-C	ECuSn-A ECuSn-C ECuAl-A2 /yüksek mukavemet için	ECuSn-A ECuSn-C ECuAl-A2 /yüksek mukavemet için	ECuSi ECuAl-A2	ECuSn-A ECuSn-C	ECuNi	ECuAl-A2 ECuAl-B /yüksek mukavemet için
Ön Isıtma °C	482'ye kadar	482'ye kadar	205-260	260-370	Gerek yok Pasolar arası 95	150-205	Gerek yok	205, yüksek Al için 620

GAZALTI KAYNAĞI (DCEP)

Kaynak Kalitesi	Orta veya zayıf	İyi	İyi	İyi	İyi	Orta	İyi	İyi
Elektrod	ERCu /en iyi iletkenlik ERCuSi /en iyi mukavemet	ERCu veya ERCuSi	ERCuSn-C/ renk uyumu için ERCuSi-en iyi çalışma	ERCuAl-A2 /mukavemetli ERCuSi/en iyi çalışma	ERCuSi	ERCuSn-A ERCuSn-C /yüksek mukavemet	ERCuNi	ERCuAl-A1 ERCuAl-A2 ERCuAl-B
Ön Isıtma °C	Kalınlığa bağlı olarak 538'e kadar	6.35 mm. ve kalınlık için 205'e kadar	Kalın parçalarda 205'e kadar	Gerekmez.Çinko buharlaşmasını azaltmak için kullanılabilir	Gerekmez. Pasolar arası 93'ü geçmemeli	93 -205	Genellikle gerekmez	Yalnızca büyük parçalarda 260'ı geçmez
Gaz	Argon veya %65 Ar+ %35He	Argon veya Karışım	Helyum	Helyum	Argon veya karışım	Helyum	Argon	Argon veya Helyum veya Karışım

TIG KAYNAĞI- DCEN (ALUMİNYUM BRONZLARINDA AC TERCİH EDİLİR)

Kaynak Kalitesi	Orta	İyi	Orta	Orta	İyi	Orta	İyi	İyi
Tel	ERCuSi-A ERCuSn-A/ mukavemet ERCu /iyi iletkenlik	ERCuSi-A veya ERCuSn-A	ERCuSn-A ERCuSn-C ERCuSi-A	ERCuSi-A ERCuAl-A2	ERCuSi-A	ERCuSn-A	ERCuNi	ERCuAl-A2 ERCuAl-B
Ön Isıtma °C	Kalınlığa bağlı olarak 538'e kadar	Kalınlığa bağlı olarak 538'e kadar	Kalınlığa bağlı olarak 205'e kadar	205'e kadar	Gerekmez. Pasolar arası 93'ü geçmemeli	205'e kadar ve yavaş soğutulmalı	Genellikle gerekmez	Kalın parçalarda 260'ı kadar
Gaz	Helyum veya %75He+ %25Ar karışımı	3.2 mm ve incelerde argon, 3.2 mm'den kalınlarda helyum	Argon	Argon	Argon veya Ar-He karışımı	Helyum. İnce parçalarda argon.	Argon	Argon

KARBON-ARK KAYNAĞI- DCEN

Kaynak Kalitesi	Orta-zayıf	İyi	Orta	Orta	Orta	Orta	Orta	Orta
Tel	ERCu / en iyi iletkenlik ERCuSn-A / en iyi mukavemet	ERCu / en iyi iletkenlik ERCuSn-A /en iyi mukavemet	ERCuSi-A, ERCuSn-C / tek paso kaynakları için	ERCuSi-A	ERCuSi-A	ERCuSi-A	ERCuNi	ERCuAl-A2
Ön Isıtma °C	315'e kadar	315'e kadar	205'e kadar	148'e kadar	Gerekmez	Genellikle gerekmez	Gerekmez	Yalnız büyük parçalarda

TABLO 2. OERLIKON'UN BAKIR VE BAKIR ALAŞIMLARININ KAYNAĞI İÇİN ÜRETTİĞİ ÜRÜNLER VE STANDARTLARI

İLAVE METAL TÜRÜ	OERLIKON ÜRÜNÜ	AWS STANDARDI		DIN STANDARDI	
ÖRTÜLÜ ELEKTROD	E 206 E 214 CITOBRONZE-B ALBRONZE	A 5.6	E Cu E CuSn-C E CuSn-C E CuAl-A2	1733	- EL-CuSn7 EL-CuSn7 EL-CuAl8
TIG KAYNAK TELİ	A 1200 A 1203 A 1214 A 1215 A1204	A 5.7	- ER CuSn-A ER CuAl-A1 -	1733 8513	S-Cu S-CuSn 6 S-CuAl 8 S-CuSn L CuP6
MIG/MAG KAYNAK TELİ	CUFIL CUFIL-AL CUFIL-1SN CUFIL-6SN	A 5.7	S-Cu S-Cu Al 8 S-Cu Sn S-Cu Sn 6	1733	- R Cu Al-A1 - -

TABLO 3. BAKIR VE BAKIR ALAŞIMLARININ ÖZELLİKLERİ

Ortak Ad	Elektrolitik Bakır		Oksijeni Giderilmiş		Kızıl Pirinç		Muntz Metali		Silis Bronzu		Fosfor Bronzu		Bakır-Nikel		Aluminyum Bronzu	
	Sert	Yum	Sert	Yum	Sert	Yum	Sert	Yum	Sert	Yum	Sert	Yum	Sert	Yum	Sert	Yum
Kompozisyon %	Cu : 99.95		Cu: 99.95 P : 0.02		Cu : 85 Zn : 15		Cu: 60 Zn: 40		Cu :96 Si : 3		Cu : 92 Sn : 7 P : 0.2		Cu : 70 Ni : 30		Cu : 91 Al : 7 Fe : 2	
Temper	Sert	Yum	Sert	Yum	Sert	Yum	Sert	Yum	Sert	Yum	Sert	Yum	Sert	Yum	Sert	Yum
Çekme Mukavemeti (1000 psi)	50	32	55	32	62	40	74	54	94	60	91	56	84	55	80	72
Akma Dayanımı (1000 psi)	45	10	50	10	57	12	60	21	58	25	86	25	79	18	50	38
Uzama 2 in. (%)	12	55	8	45	5	47	8	45	8	60	17	73	3	36	30	42
Rockwell Sertlik	50B	40F	60B	40F	73B	59F	80B	80F	93 B	60B	94 B	43B	85B	40B	83B	74B
Elektriksel İletkenlik (20°C) (%IACS)	101		85		37		28		7		13		4.6		14	
Termik İletkenlik (20°C) (Btu/sq ft/ft/hr°F)	226		196		92		69		21		36		17		44	

TABLO 4. KAYNAK METALLERİNİN BAZI MEKANİK ÖZELLİKLERİ

AWS SINIFI A 5.6	EN DÜŞÜK ÇEKME MUKAVEMETİ		UZAMA% , 4XD UZUNLUĞU İÇİN
	ksi	MPa	
ECu	25	170	20
ECuSi	50	350	20
ECuSn-A	35	240	20
ECuSn-C	40	280	20
ECuNi	50	350	20
ECuAl-A2	60	410	20
ECuAl-B	65	450	10
ECuNiAl	72	500	10
ECuMnNiAl	75	520	15

AWS SINIFI A 5.7	EN DÜŞÜK ÇEKME MUKAVEMETİ	BRINELL SERTLİĞİ
	ksi	
ERCu	25	25 Rockwell F
ERCuSi-A	50	80-100 (500 kg yük)
ERCuSn-A	35	70-85 (500 kg yük)
ERCuNi	50	60-80 (500 kg yük)
ERCuAl-A1	55	80-110 (500 kg yük)
ERCuAl-A2	60	130-150 (3000 kg yük)*
ERCuAl-A3	65	140-180 (3000 kg yük)*
ERCuNiAl	72	160-200 (3000 kg yük)*
ERCuMnNiAl	75	160-200 (3000 kg yük)*

* Yalnız TIG kaynağında.

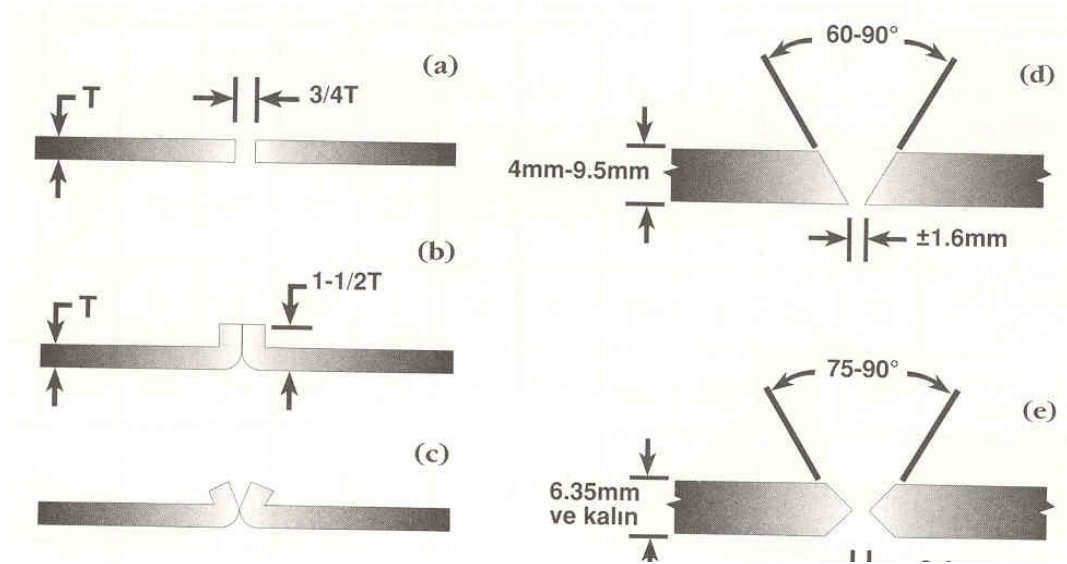
Genelde bakır ve bakır alaşımı örtülü elektrodlar doğru akım pozitif kutupta çalışır (DCEP). Fiziksel özellikleri bakımından bakırın kaynak operasyonu çeliğe göre farklıdır. Kaynak yaparken, geniş kaynak ağızı hazırlanmalı, kaynak ağızlarına yüksek ön

ısıtma ile pasolar arası sıcaklık uygulanmalı ve yüksek akım yoğunluklarına çıkılmalıdır. Şekil 1’de AWS’nin ince ve kalın malzemeler için önerdiği kaynak ağzı hazırlıkları gösterilmiştir.

Malzemelerin ön ısıtma ihtiyaçları Tablo 1’de gösterilmiştir. Silis bronzu, fosfor bronzu ve bakır- nikel alaşımları hariç diğer bakır alaşımı metallerde, ergimiş metalin daha iyi akması için 205°C veya daha yüksek ön ısıtma ve pasolar arası sıcaklık gereklidir. Karbon veya bakır altlıklar çoğu alaşımlar birleştirme bölgesinde kullanılabilmesine rağmen, genellikle ana metalle aynı olan malzemedan altlık konulur. Düz altlık yerine içbükey altlık kullanılması, kaynağın arka yüzeyde de bir miktar metal ile desteklenmesini sağlar.

Elektrolitik bakırda yüksek mukavemetli birleştirmeler elde edilir, oysa oksijeni giderilmiş bakırda aynı kalitede kaynaklar elde edilemez. Bunlar da, ECuSn-A veya ECuSn-C örtülü elektrodlar pratikte kullanılır.

Geniş açılı kaynak ağzına sahip malzemeyi içbükey bakır altlık kullanırken kaynak yatay pozisyonda yapılmalıdır. Parça kalınlığına göre mümkün olan en geniş çaplı elektrod seçilmelidir. Yüksek akım yoğunluğu metal akışını iyileştirme ve kaynak metalinde curuf kalmasını en aza indirmek için gereklidir.



Şekil 1. Bakır ve Bakır Alaşımlarının Kaynağında Kullanılan Kaynak Ağzı Hazırlıkları a, b, c, İnce Malzemelerde, d, e, Kalın Parçalarda.

Kök açıklığına göre düz veya farklı formdaki altlıklar kullanılabilir. Birleştirilecek parçaları mengene ile sabitlemek, kaynak çatlaklarını en aza indirmek için gereklidir. Tablo 1’de görüldüğü gibi pirinçlerin (kızıl pirinç veya Muntz metali) ECuSn-A, ECuSn-C veya

ECuAl-A2 örtülü elektrodları ile kaynağında iyi sonuçlar elde edilebilir. ECuAl-A2 elektrodu yüksek çekme mukavemeti, yorulma mukavemeti ve yüksek korozyon direnci istenen yerlerde kullanılır. Ön ısıtma ve pasolar arası sıcaklıklar kızıl pirinç için 205°C'den veya Muntz metali için de 260°C'den az olmamalıdır. Ana malzemenin aynısı veya bakır altlık kullanılmalı ve yüksek nüfuziyeti sağlayacak ve curuf tanelerinin girmesini engelleyecek şekilde kaynak ağzı hazırlanmalıdır.

Pirincin çinko içermesi, kaynak zorluklarının nedenidir. Kaynak sıcaklıkları çinkoyu buharlaştırır ve iyi havalandırma yapılmazsa sağlığa zararlı olan çinko-oksit dumanına neden olur. Çinko-oksit dumanı, görüşü engeller ve ergimiş metalin yayılımını dolayısıyla kaynak yapılacak yüzeyin ıslatmasını engeller. Buharlaşma çok fazla çinko kaybına neden olur ve ana metalin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirleyen kimyasal kompozisyonu değiştirir. En iyi sonucu almak ve çinko buharlaşmasını en aza indirmek için, kaynaklar kullanılabilir en büyük çaplı elektrod ile yatay pozisyonda yapılmalıdır. ECuAl-A2 elektrodu ile arkı çok az hareket ettirmek ve hafif zigzag hareketi yapmak çinko buharlaşmasını en aza indirir. Akım olabilecek aralığın en yüksekinde olmalıdır.

Silis bronz için gazaltı kaynak yöntemi tercih edilse de ECuSi ve ECuAl-A2 örtülü elektrodları ile orta kalitede kaynaklar elde edilebilir. Silis bronzları diğer bakır alaşımlarından daha düşük termik iletkenliklere sahip olmaları nedeniyle daha kolay kaynak yapılabilir. Kaynak ağzı hazırlıkları çeliğinki gibi olabilir. 4 mm'ye kadar olan kalınlıklar kaynak ağzı açmadan alın altına kaynak edilebilirken, daha kalın malzemeler 60° açılı tek veya çift taraflı V kaynak ağzı açılarak kaynak yapılabilir.

Silis bronzu sıcak kırılma eğilimine sahip olduğundan ön ısıtma yapılması istenmez. Pasolar arası sıcaklıkların 93°C'yi aşmaması için tedbir alınmalıdır. Akım, elektrod boyutu için uygun kaynak akım aralığının ortasında olmalı ve kaynak metali düz bir yatak oluşturacak şekilde hızlı olarak yığılmalıdır. Kısa ark ve kısa dalgalı hareket fazla ısınmayı önler. İş, kaynak yatay yapılacak şekilde planlanmalıdır.

Örtülü elektrod ark kaynağı, fosfor bronzunun kaynağında diğer ark kaynak yöntemlerine göre daha kaliteli kaynaklar verir. ECuSn-A ve ECuSn-C elektrodları önerilir. Ergimiş metalin yeterli akışının olması için ön ısıtma pasolar arası sıcaklıklar 148°C'den az olmamalı ve en fazla 205°C'ye kadar olmalı. Geniş kaynak ağızları, ergimiş metalin kaynak yüzeylerine daha iyi yayılımını sağlar. Parçanın şekline veya boyutuna göre farklı pozisyonlarda çalışmak mümkün olduğu gibi, yatay pozisyonda da altlık kullanmak faydalıdır. İlk iki paso hafif salınımlı bir hareketle ve daha sonraki pasolar ince düz (salınımsız)

kaynaklarla yapılabilir. İlk salınımlı kaynakların genişlikleri, elektrod çapının iki katını aşmamalıdır. Bu teknikle metalin yığılması, ince taneli ve en iyi mekanik özelliklere sahip kaynak metalinin oluşmasını sağlar. Düz kaynak dikişlerinin oluşturulması ve pasolar arası sıcaklıkların 150°C ve 205°C arasında korunması sayesinde, fosfor bronzunu karakterize eden büyük dallantılı tane yapısı* da önlenir. Gerektiğinde en yüksek sünekliği elde etmek için 482°C'de kaynak sonrası ısıtma işlemi ve arkasından hızlı soğuma yapılabilir.

Bakır-nikel alaşımlarında ECuNi örtülü elektrodu ile kaynak yapmak, kaliteli kaynak metalleri verir. Elektrodun örtü içeriği, yüksek ark sıcaklığında oluşan nikel-oksitleri kurufa alacak şekilde belirlenir.

Curufsuz, gözeneksiz ve düzgün kaynak dikişleri iyi işçilik ile mümkündür. Farklı pozisyonlarda kaynak yapılabilir de yatay kaynak önerilir.

Ticari alüminyum bronz sacları ve levhaları kaynak yapmak için ECuAl-A2 ve ECuAl-B örtülü elektrodları kullanılır. Tablo 1'de verildiği gibi kaynak kalitesi daha iyi olan gazaltı kaynağına kıyasla, örtülü elektrod ile yapılan kaynakların kalitesi daha düşüktür. Oluşan alüminyum-oksit tabakası kaynağı zorlaştıran etmendir ve dekapan vazifesi de gören örtü ile ortamdan uzaklaştırılması gerekir. Büyük parçalarda 70° - 90°'lik kaynak ağzının yanı sıra ana metalle aynı malzemeden altlık da kullanılmalıdır.

Düşük alüminyumlu alaşımlarda 205°C'lik ön ısıtma ve pasolar arası sıcaklık gerekir. Yüksek alüminyumlu alüminyum bronzlarında 621°C'ye kadar ön ısıtma ve kaynak sonrası fan ile soğutma önerilir. Çeliklerde kullanılan kaynak tekniklerine benzer teknikler burada da geçerlidir. Kaynak dikişleri düz veya zigzag olabilir. Yığılan metal yüksek sıcaklıkta mukavemet ve sünekliğe sahiptir. Yatay pozisyonda kaynak önerilir. Yüksek alüminyumlu bronzlarda kaynak sonrası ısıtma işleminde 621°C'de tavlama fan ile soğutma izler.

* Dallantılı tane yapısı, malzeme biliminde dendiritik tane yapısı olarak da adlandırılır.

3. BAKIR VE BAKIR ALAŞIMLARININ GAZALTI KAYNAĞI:

Bakır ve bakır alaşımlarında ana metalin kompozisyonuna uygun teller ve helyum, argon veya karışımlarının gazlarının kullanılması ile yarı otomatik veya tam otomatik gazaltı kaynağı yapılabilir. Örtülü elektrod yöntemiyle oluşan kaynak metalinde yüksek mekanik mukavemet veren fosfor bronzları hariç diğer bronzlarda ve pirinçlerde gazaltı kaynağı ile kaliteli kaynak metalleri elde edilir. Gazaltı kaynağı ile, oksijeni giderilmiş bakırın birleştirilmesinde de kaliteli kaynaklar elde edilebilir.

BAKIRIN GAZALTI KAYNAĞI

Yöntem: Gazaltı Yöntemi Levha Malzemesi: Oksijensiz Bakır Levha Kalınlığı: 3.18-1.27 cm Elektrod Sınıfı: ERCu Posizyon: Yatay Kutup: DCEP Gaz: Argon 23.59lt/dak.				
Levha Kalınlığı (T mm)	3.18	6.35	9.52	12.7
Elektrod Çapı	1.58	2.38	2.38	2.38
Paso Sayısı	1	1 2	1 2	1 2
Akım (amp)	310	460 500	500 550	540 600
Tel Sürme Hızı (cm/dak)	508	343 381	381 432	419 457
Volt	27	26	27	27
Kaynak Hızı (cm/dak)	76.2	50.8	35.6	30.5 25.4
Toplam Zaman (saat/m kaynak)	0.022	0.066	0.094	0.120
A (mm)			4.76	6.35

Yarı otomatik veya tam otomatik yöntemlerin en belirgin avantajı, kaynak telinin ark bölgesine tamamen otomatik olarak iletilmesi ile metal yığıma hızının arttırılabilmesidir. Diğer avantajları, mükemmel kaynak görünüşü, iyi mekanik özellikler, iyi kaynak kalitesi, yığılan metalin yoğunluğunun iyi olması, düşük çarpılmaya sahip olması, düşük ön ısıtma ve pasolar arası sıcaklık ihtiyaçlarıdır.

Gazaltı kaynağı, elektrolitik ve oksijensiz bakırın kaynağında da kullanılabilir, burada kaynaklar zayıf kaliteden orta kaliteye yükseltilebilir. Tablo 1 önerilen elektrod tipleri, ön ısıtmalar ve koruyucu gazlar gösterilmiştir. ERCu ve ERCuSi telleri iyi bir kaynak öncesi hazırlık yapıldığında farklı kalitelere oksijeni giderilmiş bakırın kaynağında kaliteli kaynak

dikişlerini temin ederler. 1.3 mm veya daha yüksek kalınlıklarda 90°'lik açı kullanılmalıdır ve 6.35 mm'den daha kalın parçalarda 205°C'lik ön ısıtma önerilir. Tavlama sonrasında çekileme, kaynak metali tane boyutunu inceltir.

Tablo 1'de verildiği gibi ERCuSn-C ve ERCuSi elektrodları, kızıl piringlerde yüksek kaliteli kaynaklar verir. ECuSn-C elektrodu ile yapılan kaynak dikişleri metal ile daha iyi renk uyumu içindedir. ERCuSi elektrodu ile yapılan kaynak dikişlerinin daha iyi çalışma karakteristikleri verir. Kaynak metallerinin özellikleri birbirine benzer. Helyum, ERCuSn-C elektrodunda tercih edilen gazdır ve 4.8mm veya daha kalın parçaları kaynatırken 205°C ön ısıtma önerilir. ERCuSi elektrodu ile argon gazı kullanılabilir. Kalın levhalarda 70°'lik kaynak ağzı hazırlandığında ERCuSn-C elektroduyla, 60°'lik kaynak ağzı hazırlandığında da ERCuSi teli ile kaynak yapılmasına göre spesifikasyonlar verilmiştir. Muntz metali türünde yüksek çinkolu alaşımlar, koruyucu gaz olarak helyum ile ERCuAl-A2 veya ERCuSi telleri ile kaynak yapılabilir. Ön ısıtma gerekmez ama pratik olarak düşük kaynak akımları ile çalışmak çinko buharlaşmasını azaltmak için yararlıdır. ERCuAl-A2 teli ile elde edilen kaynaklar daha yüksek mukavemete sahiptir; ERCuSi teli de daha iyi kaynak karakteristiği verir.

Gazaltı yöntemi, silis bronzlarının kaynağında tercih edilir. ERCuSi teli argon veya argon-helyum karışımı ile kullanıldığında gazaltı yöntemi daha iyi sonuç verir. Ön ısıtma gerekmez ve hızlı kaynak yaparken parçanın fazla ısınmasından kaçınılmalıdır. Dakikada 20 cm'lik hızla kaynak yapılırken küçük bir kaynak banyosu korunmalıdır. Çok pasolu kaynaklarda kaynak dikişinde oluşturulan oksit filmi tel fırça ile temizlenmelidir.

Fosfor bronzları Tablo 1'de gösterildiği gibi elektrod , ön ısıtma aralığı ve gaz seçimlerine göre kaynak edildiğinde, orta kalitede kaynaklar elde edilebilir. Bu bronzlar, sıcak kırılmalıdır ve silis bronzlarından daha yüksek termik iletkenliğe sahiptir. Kaynak yaparken ilerleme hızı yüksek ve kaynak banyosu küçük olmalıdır. Sonuç olarak, fosfor bronzlarının kaynağında geniş kaynak ağzı kullanılıyor ise yüksek akımlara ihtiyaç vardır.

Gazaltı kaynağı, bakır-nikel alaşımlarının kaynağında uygulanabilen tüm yöntemlere göre daha iyi bir sonuç verir. ERCuSi teli ile hem argon hem de argon-helyum karışım gazı kullanılabilir. İnce malzemeler için kaynak ağzı açmadan alın altına ve kalın levhalarda da 60°'lik tek veya çift V kaynak ağzı açarak kaynak yapılabilir. Yatay pozisyon tercih edilse farklı pozisyonlarda da kaynak yapılabilir.

Gazaltı kaynağı ile alüminyum-bronzunda yüksek kaliteli birleştirmeler elde edilir. Yatay pozisyonda, en yüksekde kalite kaynak dikişi temin edilir fakat, diğer pozisyonlarda da

kaynak yapmak olasıdır. Tablo 1, önerilen elektrod (tel) tiplerini ve koruyucu gazları göstermektedir. Büyük parçalar hariç ön ısıtma gerekmez. Yatay kaynak dikişleri ve küçük-orta zigzaglı dikişler tercih edilir.

4. BAKIR VE BAKIR ALAŞIMLARININ TIG KAYNAĞI:

Bakır ve bakır alaşımları , arkın tükenmeyen tungsten elektrodu ile iş parçası arasında olduğu ve ilave metalin tükenen bir telden ark bölgesine verildiği tungsten asal gaz-yöntemi ile kaynak yapılabilir. Alternatif akımın tercih edildiği alüminyum bronzunun dışında bakır ve tüm bakır alaşımlarında da doğru akımda, elektrod-negatif kutupta kullanılır (DCEN). AWS sınıflandırmasında, kaynak telleri “E” ile başlayan elektrodlardan ayırmak için “ER” harfleriyle başlar. Farklı AWS sınıflandırmasına sahip kaynak tellerinden elde edilen kaynak metallerinin çekme mukavemetleri Tablo 4’de verilmiştir.

TIG kaynak yöntemi, oksijeni giderilmiş bakırda, silis bronzunda, bakır-nikel alaşımlarında, alüminyum bronzunda, yüksek kaliteli ve yoğun kaynak dikişleri ile elektrolitik bakır ve oksijeni giderilmiş bakırın, kızıl pirinç ve Muntz metali ve fosfor bronzunun kaynağında da orta kaliteli kaynak dikişleri verir. Kaynağı yapılacak malzemeye göre koruyucu gaz olarak argon, helyum veya asal gazların karışımı kullanılır. Kalın parçalarda iyi performans elde edebilmek ve kök açıklığına tam nüfuziyet sağlamak için 60°’den 90°’ye kadar genişliği olan kaynak ağzına ihtiyaç vardır.

Bakırı kaynak yaparken kaynağın performans ihtiyacı, seçilecek kaynak telinin özelliklerini belirler. Eğer, oksijensiz veya elektrolitik bakırı kaynak yaparken kaynak dikişinin termik ve elektriksel iletkenliği korunmak isteniyorsa, ERCu kaynak çubuğu seçilir. Eğer kaynak dikişinin mukameveti daha önemli ise ERCuSi-A veya ERCuSn-A kaynak teli kullanılmalıdır. ERCuSi-A ve ERCuSn-A kaynak çubukları özellikle oksijeni giderilmiş bakırın kaynağı için tavsiye edilir. Tablo 1’de verilen koruyucu gazlar kullanılabilir. En uygun birleşmenin sağlanabilmesi için 540°C’ye kadar ön ısıtma gerekebilir. İyi kaynak performansını sağlamak üzere parça kalınlığı arttıkça, yüksek ön ısıtma ve 90°’lik kaynak ağzına ihtiyaç duyulması nedeniyle TIG kaynak yöntemi tercih edilen yöntem olmaktan çıkar.

TIG yöntemiyle yapılan kaynakların kalitesi “orta” olmasına rağmen, bu yöntem en çok pirinç üretiminde ve tamirinde kullanılır. Uygun kaynak çubukları sınıflandırması, koruyucu gazlar ve ön ısıtmalar Tablo 1’de verilmiştir. Pirinç saclar , ön ısıtma yapmadan kaynak yapılabilir.

BAKIRIN TIG KAYNAĞI

<p>Yöntem: TIG</p> <p>Yöntemi</p> <p>Levha</p> <p>Malzemesi:</p> <p>Oksijeni</p> <p>Giderilmiş Bakır</p> <p>Levha Kalınlığı:</p> <p style="text-align: center;">1.58-6.35</p> <p>mm.</p> <p>Paso Sayısı: 1</p> <p>Elektrod Sınıfı:</p> <p>ERCu</p> <p>Posizyon: Yatay</p> <p>Kutup: DCEN</p>								
Birleştirme Türü	Alın veya Köşe				Köşe veya Bindirme			
Levha Kalınlığı(T mm)	1.58	3.18	4.76†	6.35	1.58	3.18	4.76*	6.35†
Tel Çapı (mm)	1.5	2.5	3.25	3.25	1.5	2.5	3.25	3.25
Elektrod Çapı (mm)	1.58	2.38	3.18	3.18	1.58	2.32	3.18	3.18
Akım (amp)	110-140	175-225	190-225	225-260	130-150	200-250	200-250	250-280
Gaz	Argon	Argon	Helyum	Helyum	Argon	Argon	Helyum	Helyum
Gaz Hızı (litre/dak)	7.08	7.08	14.16	14.16	7.08	7.08	14.16	14.16
Kaynak Hızı (cm/dak)	30.5	27.9	25.4	22.9	25.4	22.9	20.3	17.8
Toplam Zaman (saat/m kaynak)	0.055	0.059	0.066	0.073	0.066	0.073	0.082	0.094

† 94 °C ön ısıtma.

* 150 °C ön ısıtma.

Silis bronzları, TIG yöntemiyle kaynak yapılabilir. ERCuSi-A kaynak teli ile iyi kalitede kaynaklar elde edilir. Alternatif akım kullanılabilir de doğru akımda elektrodun negatif kutupta olması (DCEN) tercih edilir. Tablo 1’de görülebildiği gibi, ön ısıtma gerekmez ve pasolar arası sıcaklıklar 93°C’yi geçmemelidir. İnce malzemeler çoğunlukla

SİLİS BRONZUNUN TIG KAYNAĞI

Yöntem: TIG Yöntemi Levha Malzemesi: Silis Bronzu Levha Kalınlığı: 1.58-3.18 mm. Paso Sayısı: 1 Tel Sınıfı: ERCuSi-A Posizyon: Yatay Kutup: DCEN				
Birleştirme Türü	Alın veya Köşe		Köşe veya Bindirme	
Levha Kalınlığı (T mm)	1.58	3.18	1.58	3.18
Tel Çapı (mm)	1.5	2.5	1.5	2.5
Elektrod Çapı (mm)	1.5	2.5	1.5	2.5
Akım (amp)	100-120	130-150	110-130	140-160
Gaz	Argon	Argon	Argon	Argon
Gaz Hızı (litre/dak)	7.08	7.08	7.08	7.08
Kaynak Hızı (cm/dak)	30.5	30.5	25.4	25.4
Toplam Zaman (saat/m kaynak)	0.055	0.055	0.066	0.066

kaynak ağzı hazırlamadan veya ilave metal kullanmadan kaynak yapılabilir. Kalın malzemelerde, uygun çaplı ilave metal kullanmak ve 60°'lik kaynak ağzı açmak gerekir.

ERCuSn-A kaynak çubuğu, fosfor bronzlarının TIG kaynağında orta kalite kaynaklar verir. Pratikte, TIG yöntemi, bu tip malzemelerin yalnızca tamir işleriyle sınırlandırılmıştır. Kaynak, 205°C'ye kadar ön ısıtma ile, mümkün olduğunca hızlı yapılmalıdır. Yavaş soğuma istenir ve sıcak iken tane yapısını inceltmek ve gerilim ve çarpılmaları azaltmak için kaynak dikişi çekiçlenir.

Bakır-nikel alaşımları ve alüminyum bronzları, TIG yöntemiyle kaynak yapılabilir. Bakır-nikel alaşımlarında ERCuNi ilave metalleri, koruyucu gaz olarak argon kullanıldığında, iyi kalitede kaynak metalleri verir ve ön ısıtma da gerektirmez.

TIG yöntemi , alüminyum bronzlarında mükemmel kalitede kaynaklar verdiği için, ısrarla tavsiye edilir. İnce kesitli malzemeler , ilave metal kullanmadan da kaynak edilebilir. Levhaların birleştirmelerinde ERCuAl-A2 kaynak teli seçilir ve döküm parçaların tamirinde de ERCuAl-B kaynak teli önerilir.

Ön ısıtma yalnızca büyük parçalarda gerekir. Pek çok uygulamada da doğru akım elektrod negatif kutupta (DCEN) kullanılabilmesine rağmen, alternatif akım çoğunlukla yüksek kalitede kaynaklar verir. Koruyucu gaz olarak argon tercih edilir. Normal şartlarda, kaynak sonrası çekileme veya ısıl işlem gibi hiç bir özel kaynak tekniği gerekmez.

5. BAKIR VE BAKIR ALAŞIMLARININ KARBON-ARK KAYNAĞI:

Karbon ark yöntemi, öncelikle bakır ve bakır alaşımlarının kaynağında kullanılmıştır fakat daha sonra gazaltı ve örtülü elektrod ark kaynak yöntemleri tarafından geri plana atılmıştır. Tablo 1’de görüldüğü gibi, bu yöntem , yalnızca oksijeni giderilmiş bakırda iyi kalitede kaynaklar verir. Karbon-ark yönteminin, indirgeyici etkisi nedeniyle, oksijen içeren bakırlarda kırılma eğilimine neden olur.

Karbon-ark yönteminde, akımı taşımak ve arkı oluşturmak için 1.5 mm’den 12.7 mm’ye kadar çaplı elektrodla ihtiyaç vardır. Yanmayı engellemek için karbon elektrod arkta 7.6 cm. kadar uzaklıkta tutulmalıdır. Elektrodun negatif kutupta (DCEN) olması zorunludur. Ana metal ön ısıtma sıcaklıklarına ulaştıktan sonra ark genellikle ilave metalin üzerine tutulur.Ön ısıtma sıcaklıklarına gelindikten sonra, ark genellikle ana metal yerine ilave metalin üzerine yöneltilir. İnce kesitli malzemeler ilave metal kullanmadan da birleştirilebilir.

Tablo 1 önerilen ilave metalleri ve gereken ön ısıtma sıcaklıklarını gösterir. Bakır ve bakır alaşımlarının karbon-ark kaynağındaki zorlukları aşmak ve kötü kaynak kalitelerinden kaçınmak için çoğu zaman , gazaltı veya örtülü elektrod yöntemleri önerilir.

KAYNAKÇA:

‘ The Procedure Handbook of Arc Welding ’ , The Lincoln Electric Company, 1994. Böl. 10