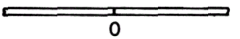
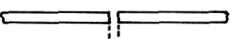
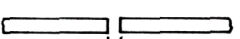
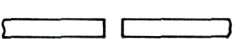
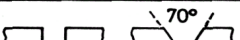
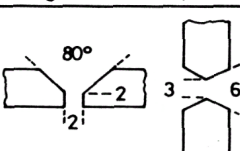
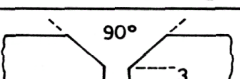
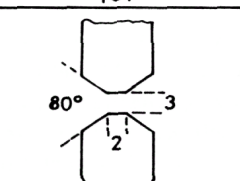


BAKIR VE ALAŞIMLARININ TIG KAYNAĞI

Bakır ve alaşımlarının TIG kaynağında doğru akım düz kutup (DADK , elektrod-) kullanılır. Sadece alüminyum bronzlarında alternatif akımı tercih edilir.

Bakır ve bakır alaşımlarının TIG kaynağında birleştirme tasarımları

Elektrod (mm)	HAZIRLIK	Elektrod ϕ	İlave metal ϕ	Akım (A)	Argon debisi (lt/dk.)	Paso sayısı
1		1,5	1,5	80	3	1
1,5		2	1,5	120	3	1
2		2	2	140	4	1
3		3	2 veya 3	160	5	1
4		3	3	220-270	6	1
6		3 2 x 2	3 2 x 2	300-350 veya 2x220	8 2 x 6	2 2 x 1
8		3	3	300-350	9	2
10		2 x 3	4	2 x 300	2 x 7	2 x 1
15		2 x 4	5	2 x 350	2 x 8	2 x 1

Bakır ve bakır alaşımlarının TIG kaynağında en çok kullanılan ilâve metaller (AWS A5.7 ve A5.6)

İLAVE METAL	AWS SINIFLANDIRMASI	BAŞLICA BİLEŞENLER
Cu.....	RCu.....	98.0 min Cu+Ag, 1.0 Sn, 0.5 Mn, 0.50 Si, 0.15 P
P bronzu.....	RCuSn-A.....	93.5 min Cu+Ag, 4.0-6.0 Sn, 0.10-0.35 P
P bronzu.....	LCuSn-C(c).....	7.0-9.0 Sn, 0.05-0.35 P, kalanı Cu+Ag
Al bronzu.....	RCuAl-A2.....	1.5 Fe, 9.0-11.0 Al, kalanı Cu+Ag
Al bronzu.....	RCuAl-B.....	3.0-4.25 Fe, 11.0-12.0 Al, kalanı Cu+Ag
Si bronzu.....	RCuSi-A.....	94.0 min Cu+Ag, 2.8-4.0 Si, 1.5 Zn, 1.5 Sn, 1.5 Mn, 0.5 Fe
Cu-Ni.....	RCuNi.....	1.00 Mn, 0.40-0.70 Fe, 29.0-32.0 Ni+Co, 0.20-0.50 Ti, kalanı Cu+Ag

Kullanılan ilâve metal çubuklarının bileşimi AWS spesifikasyonlarında gösterilmiştir (bkz. s.)

TIG yöntemi desokside bakır, silisyum bronzu, Cu-Ni ve alüminyum bronzu üzerinde yoğun, yüksek kalite kaynaklar verir. ETP ve OF bakırlar, kırmızı pirinç, Muntz metal ve fosfor bronzunda da orta ve ortadan aşağı kalitede kaynak verir. Argon ve Amerika'da argon + helium karışımı veya sadece helium, koruyucu gaz olarak kullanılır. Levha halinde malzemelerde geniş, 60 ilâ 90° ağızlar, iyi bir uygulama için gerekli olup tam nüfuziyetin sağlanması için de kök aralığı bırakılır.

BAKIRLAR

Günümüzde endüstri çeşitli bakır türlerini kullandığından her durumda kaynaklanabilirlik aranan sonuçlara (mekanik mukavemet, döğülebilme elverişlilik, korozyona dayanma, ısıl ve elektriksel iletkenlik) göre dikkate alınır. Mukavemetin daha önemli bir mülâhaza olması halinde, RCuSi-A veya RCuSn-A çubuğu kullanılacaktır. Bu çubuklar özellikle desokside bakırda iyi sonuç verirler. Yüksek önısıtma ve iyi bir çalışma için 90° lik ağızları gerektirdiğinden levha kalınlığı arttıkça TIG uygulaması giderek azalır.

Bakırdan gerçekleştirilen işler arasında aşağıdakiler sayılabilir:

- Deniz inşaatı için boru donanımı,
- Haddeleme amacıyla levhaların uç uca birleştirilmeleri,
- Süsleme uygulamaları,
- Ev eşyaları.

Akım menbaı, elektrod

Dođru akım menbaı dūřen karakteristikli olacaktır; bununla birlikte orta veya büyük kalınlıklarda düz bir karakteristik kabul edilebilir Őöyle ki eğim 100 A başına 4 ilâ 5 V olarak seçilmiş olacaktır.

En çok kullanılan elektrod, saf W'a göre daha yüksek akım yoğunluklarına müsaade eden ve ucunda bir top oluşturmak sakıncasını arzetmeyen, % 2 tori-umlu tungsten elektroddur.

Önısıtma her zaman için kaçınılmazdır (helium altında kaynak edildiğinde gerekmez). Kalınlığa göre sıcaklıklar aŐağıda verilmiŐtir.

Kalınlık (mm)	3	5	6-7	8	10	12	> 12
Önısıtma sic. (°C)	200	300	350	400	550	600	kırmızıya

3.5 mm (1/8 in.) den az kalınlıkta bakırlar ilâve metal olmaksızın kaynak edilebilir. Daha kalınlar da, her iki taraftan birer paso çekmek suretiyle, yine ilâve çubuk kullanmadan, birleŐtirilebilirler.

Ağızların hazırlanması

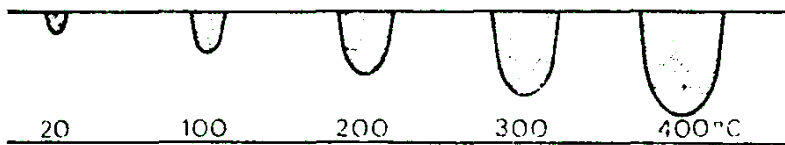
Hazırlık Şekilleri az çok oksii-asetilen kaynağındakiler gibidir. Hazırlığın hassasiyeti ve kenarların iyi temizlenmesi, elde edilen birleŐmenin kalitesi ve uygulamanın hızı üzerinde başlıca etkendir.

Tersten destek kullanmak önerilir. Bunlar, kaynağın tersinde düzenli ve düzgün bir görünüm Őeklinde beliren nüfuziyetin kolayca denetimine olanak sağlarlar. Bakır alaşımları için destekler zorunludur. Bunlar kaynakların tersini havanın temasından korumakla sıcakta oksitlenmeyi önlerler. Her imkân bulunduğunda, tespit montajı kullanılacaktır. Böylece puntalamaya gerek kalmaz, Şekil deđiŐtirmeler azalır, çalışma hızı artar.

Koruma gazı

Avrupa'da bu, genellikle argondur. Amerika'da ayrıca helium veya argonla helium karıŐımları kullanılır.

Şekil 132, arkın argon altında nüfuziyetini Őematik olarak gösterir (çevre sıcaklığında 1 mm ve sonra sırasıyl 2; 3; 3.6 ve 4.5 mm olur, önısıtma sıcaklıkları 100, 200, 300 ve 400°C'a vardığında). Koruma gazı olarak helium kullanıldığında, 4.5 mm'lik nüfuziyet çevre sıcaklığında elde edilir ki bu gazın kullanılmasıyla önısıtmadan ekonomi sağlanmış olur.



Şekil: 132.

Koruma gazı olarak azotun kullanılması da mümkündür. O da, helium gibi, yüksek ark gerilimlerini gerektirir. Bu takdirde bor içeren bir ilâve metal tavsiye edilir.

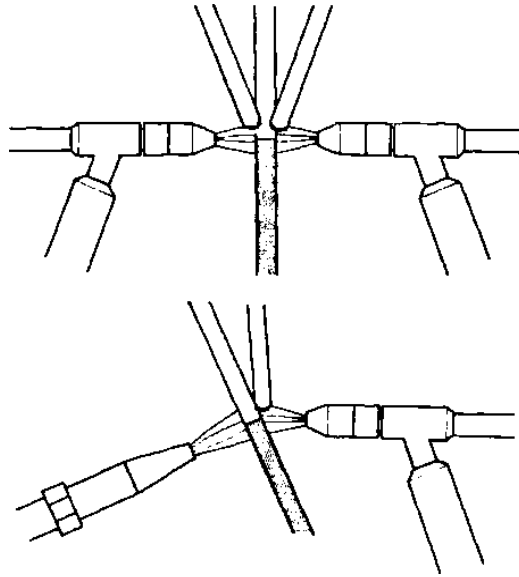
Çalışma şekli

Bu bakımdan argon altında elle kaynak, oksî-asetileninkine çok yakındır. Genellikle "sola kaynak" uygulanır. Üfleç sadece kaynak boyunca bir ilerleme hareketi yapar. Ark stabil olduğundan çalışma kolaydır. Ayrıca banyo çok açık ve iyi görünür halde olur; kaynakçıya düşen, ark uzunluğunu mümkün olduğu kadar sabit tutmaktan ibarettir.


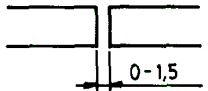
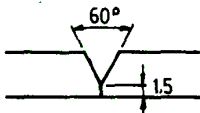
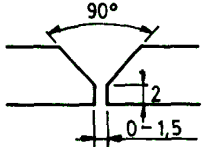
Elle kaynakta ark tutuşturması bir saf bakır parça üzerinde yapılır ve ark sonra birleşme yerine taşınır; otomatik kaynakta ya bir tungsten çubuk kullanılır veya, daha iyisi, yüksek frekans (HF) kıvılcım ya da pilot arklarla otomatik tutuşturmaya gidilir.

Ayarlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

İlave metal çubuğunun ucu argon huzmesinin dışına çekilmeyecektir: aksi halde oksitlenir ve bu oksit dikişe dahil olur. Bu önlem esastır. Kalınlıklar 10 ilâ 12 mm'ye varınca, iki kaynakçıyla aşağıdan yukarı dik veya yarı-dik pozisyonda kaynak etmek mümkün olur. Bu takdirde TIG üfleçlerinden birinin yerini bir oksî-asetilen üfleci alabilir. (Şekil 133).



Şekil: 133.

KALINLIK mm	HAZIRLIK	PASO SAYISI	AKIM A	ELEKTROD Ø mm	İLAVE METAL Ø mm	GAZ DEBİSİ lt/dk.
3		1	180 — 200	3	3	7 — 8
4		1	250	3	3	8
6		1+ (tersten)	300	4	3	10
12		2+ (tersten)	440 — 500	4	6	10

AZ ALAŞIMLI BAKIRLAR

Özellikle elektrik endüstrisi, elektriksel iletkenlikten fazla önemli özveride bulunmadan istenilen nitelikleri elde etmek üzere desokside ve desokside olmamış bakırlara küçük ilâveler yaparak alaşımlandırmaktadır. % 2'den az olan bu ilâve elementlerin varlığı, bakırların kaynakta davranışlarını hissedilir derecede değiştirir.

Gümüşlü bakır

Gümüş oranı daima küçük (% 0.03 ilâ 0.10) olup elektriksel iletkenlik yüksek kalır: % 98 IACS. Bu bakırın yumuşama ve rekristalizasyon sıcaklığı, saf bakırınkinden, % 0.08 gümüşte, 150°C kadar daha yüksektir.

Çoğu kez bu alaşımın geliştirdiği bakır desokside olmamış, dolayısıyla redükleyici atmosferlere çok duyarlı bir bakırdır. Bu itibarla oksitlenme kaynağı bahis konusu olmaz.

Bütün ark kaynağı yöntemleri içinde sadece TIG yöntemi doğru kaynaklar verebilir.

Kadmiumlu bakır

% 0.7 ilâ 1.0 oranında kadmium, bakırın mekanik karakteristiklerini hayli artırır, buna karşılık iletkenlik hafifçe düşer (yoğurulmuş halde % 88 IACS); tavlama sıcaklığı yükselir.

Kadmiumlu bakır desokside bakır gibi kaynak olursa da buharlaşmayla bir kadmium kaybı tehlikesi vardır. TIG yöntemi iyi sonuçlar vermektedir. MIG kaynağı hiç tavsiye edilmez.

Kromlu bakır

% 0.5 ilâ 0.9 krom ilâvesi, 975 ile 1000°C arasında bir suda su verme ve 450 ile 475°C arasında bir menevişten ibaret bir işlemden sonra yapısal sertleşmeli bir alaşımın elde edilmesini sağlar.

İşlem görmüş ve sert yoğurulmuş halde kromlu bakır, hâlâ iyi sayılabilecek bir iletkenliğin (% 78 IACS) yanısıra dikkate değer mekanik karakteristikler arzeder: $R = 520 \text{ N/mm}^2$; $E = 480 \text{ N/mm}^2$; % A = 2 ilâ 5; HB = 140. 400°C'ta yine de $R = 180 \text{ N/mm}^2$ olur ki bu sıcaklıkta saf bakırınki 100 N/mm^2 'ye düşer.

Kromlu bakır, direnç kaynağı elektrodlarının imalinde çok kullanılır. Yüksek sıcaklıkta refrakter oksitlerin teşekkülü, kromlu bakır kaynağının başlıca zorluklarından biridir. TIG kaynağı, bunun üstesinden gelmek imkânını verir.

Isıl işlem, kaynaktan sonra uygulanacaktır.

Berilyumlu bakırların TIG kaynağı için nominal koşullar^(a)

İŞ PARÇASI KALINLIĞI (in)	AĞIZ (b)	ELEKTR. Ø (in)	AKIM (A) (c)	İLERL.		
				HIZI (ipm)	PASO SAYISI	ÖN ISITMA SICAKLIĞI °C
ALAŞIM 175 (Yüksek mukavemetli Be-Cu) (d)						
0-0.090.....	KÜT ALIN	3/32	150	5-10	1	YOK
0.090-1/8....	V 90° (e)	3/16	250	5-10	1-2	YOK
1/4.....	V 90° (e)	3/16	250	5-10	4-5	800
ALAŞIM 170 ve 172 (Yüksek mukavemetli (Be-Cu) (d)						
0-0.090.....	KÜT ALIN	3/32	150	5-10	1	YOK
0.090-1/8....	V 90° (e)	3/32	180	5-10	1	YOK
1/4-1/2(f)...	V 90° (e)	3/16	250	5-10	3-4	300
< 1/2(f).....	V 90° (e)	3/16	250	5-10	5-8	400

- (a) Tablodaki veriler bir fikir vermek içindir. Bunlar sıfır kök aralıklı küt alın birleştirmeleri; elektrod Zr'lu W; ilâve metal ana metalla aynı bileşimde; koruma gazı Ar-He. (b) Birleşme şekilleri genel kaidelere göre. (c) Stabilize yüksek frekans alternatif akım yeğlenir; toriumlu W elektrodla DADK (elektrod-) bazı koşullar altında uygundur. (d) Bileşim için tablolara bkz. (e) Max. kök yüksekliği 1.5 mm dir. (f) TIG bu kalınlıklara, sadece MIG kaynağının kullanılmadığı zaman uygulanır.

Berilyumlu bakır

Yukarda da görüldüğü gibi MIG ve TIG yöntemleri berilyumlu bakırların kaynağına en elverişli olanlardır.

TIG kaynağında, ağızların hazırlanması ve çalışma şekli, alaşımsız desoksi-de bakırınkilerle aynıdır. Sadece kaynak parametreleri, önceden girişilecek deneyler yardımıyla alaşımın bileşimine uydurulacaktır.

Dar ısıdan etkilenmiş bölgesi dolayısıyla çökelme sertleşmeli alaşım 175 (yüksek iletkenlik Cu-Be, Be = % 0.6) in, yakl. 6 mm kalınlığa kadar birleştirilmesinde TIG kaynağı tercih edilir. Ciddi mukavemet azalması olmadan TIG ile birleştirilebilecek azami kalınlık yakl. 12 mm dir; daha kalın parçalar MIG ile kaynatılır. Kaynaktan sonra ısıl işlem gerektiğinde TIG kaynağı genellikle 2.5 mm kalınlığa kadar uygulanır. Daha büyük kalınlıklarda MIG yöntemine başvurulur.

Daha yüksek ısıl iletkenliği dolayısıyla alaşım 175, alaşım 170 ve 172 (yüksek mukavemetli berilyumlu bakırlar) dan daha zor kaynak edilir. Gerçekten çökelme sertleşmeli halde alaşım 175'in ısıl iletkenliği TP bakırınkinin % 53 ilâ 66'sı veya alaşım 170 ve 172'ninkilerin iki katı kadardır. Yüksek iletkenlikli ve yüksek mukavemetli berilyumlu bakırlarda müşterek güçlük, kaynak sırasında iş yüzeyini berilyum oksidi ile bakır oksidinden arındırılmış halde tutmaktır. Koruma gazı olarak genellikle bir argon ve helium karışımı kullanılır ve böylece bir sıcak ark, düzgün ve püskürmesiz dikişler ve azami elektrod ömrü elde edilir.

Akım tipi. TIG kaynağı sırasında ark uzunluğu veya kaynak hızında değişmeler berilyumlu bakır üzerinde inatçı oksit filmleri oluşturabilir. Bu nedenle otomatik kaynakta, sürekli olarak oksit kaplamayı parçalayan yüksek frekanslı stabilize alternatif akım yeğlenir ve bu, el kaynağında da kullanılmalıdır. Mamafih otomatik kaynakta DADK'un iş parçasına yüksek ısı girişi ile derin nüfuziyet-ten bazen faydalanılabilir, ancak oksit oluşmasını asgaride tutmak için ark uzunluğu ve ilerleme hızı sıkı denetim altında tutulacaktır.

Gözeneklilik ve çatlama eğilimi alaşım 175'de, öbür alaşım 170 ve 172'ye göre, özellikle çok pasolu kaynaklarda, daha fazladır.

İlave metal genellikle ana metalla aynı bileşimde olur zira kaynakta da yüksek iletkenlik aranır. Böyle bir koşulun olmaması halinde silisyum bronzundan ilâve metal memnunluk verici olur; alüminyum bronz da kullanılabilirse de sonuç o denli iyi olmaz.

Birleşme tasarımı. Yukardaki tabloda görüldüğü gibi alaşım 715'in TIG kaynağında mutad tasarım, küt alın veya 90°V alın ile max. 1.5 mm kök yükseklikli ve sıfır kök aralıklı birleştirmelerdir. Bunların hepsi oluklu bakır veya grafit band veya halkalarla desteklenecektir.

Önısıtma, 3.5 mm kalınlığa kadar genellikle gerekmez. Çok pasolu kaynağın uygulandığı daha kalın kesitlerde parçalar mutad olarak 425°C'a önısıtılır.

Yüksek mukavemetli berilyumlu bakırlar

Alaşım 170 ile 172, daha yüksek ergime noktalı ve daha az akıcı alaşım 175'den daha kolay kaynak edilir.

TIG kaynağının uygunluğunu saptayan etkenler alaşım 175'dekilerle aynıdır. Ancak bu sonuncularda olanların aksine, 12 mm den yukarı kalınlıkta kesitler, yeğlenen MIG yönteminin uygulanamaması halinde, alaşım 170 ve 172'de TIG kaynağı kullanılabilir.

Nominal koşullar yukardaki tabloda gösterilmiş olup koruma gazı, akım tipi ve elektrod tipi, alaşım 175'dekilerin aynıdır.

İlave metal, birleşme yeri mukavemetinin başlıca amaç olması nedeniyle az çok daima kullanılır. Genellikle ilave metal, ana metalla aynı bileşimde çubuk veya bandlardır. Öbür bakır alaşımlarının Standard ilave metalları daha zayıf olup yarar sağlamazlar.

Birleştirme tasarımı, alaşım 175'tekinin aynı olup 90° lik tek V ağızlı alın kaynakları, 12 mm den yukarı kalınlıklarda da kullanılabilir.

Önısıtma ve kaynak sonrası ısıl işlem. 150 - 200°C'lık önısıtma, 3.5 mm den kalın kesitler için önerilir. Azami kaynak mukavemeti, kaynaktan sona eriyik tavlama ve yaşlandırma işlemleriyle elde edilir. Yaşlandırma ısıl işlemleri alaşım 170 için 3 sa 315°C, alaşım 172 için de 3 sa 177°C'tır. Bununla birlikte, optimum koşullar altında gerçekteşirilmiş kaynaklarda bile bu kaynak sonrası işlem eriyik tavlama ve yaşlandırılmış ana metalin tam mukavemetini kararlı şekilde sağlamaz. Daha yüksek mukavemet, daha yüksek menevişe tavlannış metali soğuk işleyip yaşlandırma işlemini değiştirmek suretiyle elde edilir.

BAKIR-ÇİNKO ALAŞIMLARI (PİRİNÇLER)

Herne kadar tabloda pirinçlerin TIG kaynağının kalitesi "orta" olarak gözüküyorsa da bu yöntem bu alaşımların imal ve tamirinde geniş ölçüde kullanılmaktadır. Kaynak parametreleri ve ilave metal ve sair ayrıntılar tabloda mevcuttur. Saç halinde pirinçler önısıtmasız kaynak edilir.

Aslında pirinçlerin bütün kaynak yöntemleri arasında TIG, özellikle küçük ve orta kalınlıklarda ve alçak çinkolu pirinçlerde en iyi sonuçlar verendir. Ya yüksek çinko içeriği, veya oksit oluşturan alüminyum ve nikel gibi başka elementlerin varlığıyla ılımlı çinko içeriği nedeniyle yüksek çinko pirinçleri, kalay pirinçleri, özel pirinçler ve nikel gümüşlerinin kaynak niteliği "orta" olarak gösterilir.

Herne kadar kurşunlu bakır alaşımlarının ark kaynağı tavsiye edilmezse de TIG kaynağı, yüksek ölçüde odaklanmış ısı girdisiyle hızlı kaynak etme kabiliyeti dolayısıyla alçak çinkolu (< % 20 Zn) ve % 1'e kadar kurşun içeren pirinçlerin birleştirilmesinde bazen kullanılır.

Bu alçak çinkolu pirinçlerde ark, ilâve metal çubuğu üzerinde tutuşturulur ve sürdürülür, parçaların kenarları, çinko kayıplarını sınırlamak için, sadece ergimiş metalin temasıyla ısıtılmış olur.

Yüksek çinkolu pirinçler de aynı teknikle, ancak biraz değişik ilâve çubukla kaynak edilir. Kalın kesitlerin, iki kaynakçıyla aşağıdan yukarı kaynak edilmesinde yarar vardır.

Başlıca deniz inşaatında kullanılan alüminyumlu pirinç bazen, bir demir ilaveli bir Cu-Ni (Ni = % 30) telle kaynak edilir.

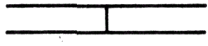
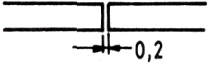


Mutat olarak TIG kaynağı ile birleştirilen Cu-Zn alaşımlarının azami kalınlığı yaklaşık 10 mm (3/8 in) olmakla birlikte manganez bronzu gibi kalın kesitli dökme alaşımlar bazen sınırlı alanlar üzerinde bu yöntemle tamir edilirler. Bu alaşımların birleştirme uygulamalarında önısıtma genellikle yapılmaz.

Ancak kaynaklı parçanın gerilme altında korozyona maruz olması halinde 250-300°C'lık bir gerilim giderme tavlama önerilir.

Cu-Zn alaşımlarının genel olarak ark kaynağında kullanılan ilâve metal çinko içermeyecektir. İlâve metalin kullanılmadığı durumlarda yüksek elektrod ilerleme hızı, toplam ark süresini kısaltarak, duman miktarını sınırlamada yardımcı olur.

SİLİSYUM BRONZLARI

İnce ilâ ılımlı kalınlıkta, (1 ilâ 15 mm) kurşun içermeyen silisyum bronzları TIG ile çok iyi kaynak edilirler. Esasen bunlar bakır alaşımlarının en yüksek kaynak kabiliyetini haiz olanlarıdır. Bu alaşımlara yöntemin uygulamalarından biri, kimyasal madde depolama tankları olup bunlarda düzgün, temiz, oksitsiz dikişler, kaynaktan sonra taşlama gereksinmesini ortadan kaldırır.

KALINLIK	AĞIZ ŞEKLİ	İLAVE METAL (ϕ mm)	PASO SAYISI	Ar DEBİSİ (lt./dk.)	AKIM (A)
1,5		2	1	5	60-80
3		3	1	6	100-130
6		3-4	2-3	6	150-200
12		4	3-4	6	250-300

Birleştirme tasarımı. Kaynak edilecek parçalar mükemmelen dekape edilmiş olacak ve argon korumasının birleştirilenin iki yüzünü de kapsaması için 0,3 ilâ 0,5 mm lik bir oluğu haiz mesnet üzerine oturacaktır.

6 mm'nin ötesinde, kaynak ağızı açmak gerekir, ancak metalin zayıf ısı iletkenliği dolayısıyla, 60° lik bu ağız yeterli olmaktadır.

Aşağıdan yukarı, iki kaynakçıyla dik kaynak, mükemmel sonuç vermektedir.

Genellikle DADK (elektrod-) kullanılmakla birlikte alternatif akımın da bir sakıncası yoktur.

Hiçbir ısıtmaya gerek olmadığı gibi, çok pasolu kaynakta bile, devam etmeden önce evvelki dikişin 90°C'in altına soğumasını beklemek önerilmektedir. Özellikle dikişin başlangıcında, bir çatlama tehlikesinden kaçınmak için, ilerleme hızı ılımlı olacaktır.

FOSFOR BRONZLARI

RCuSn-A kaynak çubuğu, fosforlu bronzların TIG kaynağında "orta" kalitede dikiş verir. Pratikte yöntem mutad olarak bu malzemeden döküm parçaların tamirine inhisar eder. Kaynak, 205°C'a kadar ısıtma kullanılarak, mümkün olduğu kadar hızlı uygulanacaktır. Yavaş soğumada yarar vardır ve sıcakken çekileme tane yapısını inceltir ve gerilme ve distorsiyonu azaltır.

ALÜMİNYUM BRONZLARI

10 mm kalınlığa kadar TIG yöntemiyle kolayca kaynak edilebilirler. İlâve metal ve/veya ana metalde mevcut demir manganez veya nikelle gözeneklik asgariye indirilmiş olur. Dökme

alüminyum bronzları da TIG ile tamir edilir.

Argonun koruyucu etkisi, akıcılığı artırmak ve ana metali oksit oluşmasından korumak üzere birleşme kenarlarına sürülecek bir dekapanla artırılabilir. Alüminyum oksidi, oda sıcaklığında bile oluştuğundan dekapan, hazırlanmış kenarları , koruyucu argon atmosferi etkin hale gelene kadar, havadan korur.

Oksit oluşmasını önlemek üzere DADK'a yüksek frekansla stabilize edilmiş alternatif akım yeğlenir. Yüksek frekans stabilize akım özellikle bu alaşımların çok pasolu kaynaklarında aranır.

DADK (elektrod-), yüzeylerin iyi temizlenmiş ve iyi korunmuş ve de arkın yakından denetim altında tutulduğu durumlarda, özellikle tek pasolu otomatik kaynakta kullanılabilir.

Alüminyum bronzlarının TIG kaynağı için elektrodlar mutad olarak zirkoniumlu tungsten (EWZr) veya alaşımsız tungsten (EWP) tendir. Avrupa'da thori-umlu elektrodlar, kaynağa tungsten bulaşması tehlikesini azaltmak üzere, tercih ediliyor. Elektrodun ucu, öbür bakır alaşımlarının kaynağında olduğu gibi konik olmayıp düzdür.

Kaynağın uygulamasında ark bir bakır parçası üzerinde tutuşturulur. Tungsten elektrodla ilâve çubuğun birbirlerine değmelerini özenle önleyerek genellikle "sola kaynak" yapılır. Teması önlemek üzere çubuğa bir ileri geri hareketi verilir. Banyo ile temasa gelip bir damla metal terketmek üzere ileri gittiğinde üfleç hafifçe yukarı kaldırılır ve çubuk geri çekilince indirilir.

Cu-Al in uç uca, ϕ 3.2 thoriumlu tungsten elektrod, alternatif akım ve 150°C'lık önısıtma ile kaynak parametreleri ortalama olarak şöyledir:

Kalınlık (mm)	İlave çubuk çapı (mm)	Argon debisi (lt/dk)	Akım şiddeti (A)
1.5	1.6	5-8	100-130
3	3.2	5-8	180-220
6	3.2	8-10	280-320
9	3.2-5	8-10	320-400
12	5	8-10	360-420

Bunların dışında üfleç üzerine havanın rutubetinin yoğunlaşmasına dikkat edilecektir şöyle ki bu, kaynak metalindeki gözenekliğin nedeni olur.

BAKIR-NİKEL ALAŞIMLARI

TIG kaynağı, 1.6 mm kalınlığa kadar bakır-nikel alaşımlarının birleştirilmesinde tercih edilen yöntem olup daha büyük kalınlıklar da bununla kaynak edilebilir.

En çok kullanılan Cu-Ni alaşımlarının otomatik ve elle TIG kaynağı için nominal koşullar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Bakır-nikellerin TIG alın kaynağı için nominal koşullar^(a)

İŞ PARÇASI KALINLIĞI	AĞIZ(b)	AKIM DADK(A)	ELEKTROD Ø(in)(c)	İLER. HIZI (ipm)	RCuNi		PASO SAYISI
					ÇUBUK ÇAPI (in)(d)	ARGON DEBİSİ (cfh)	
706 ALAŞIMIN(Cu,Ni,%10)OTOMATİK KAYNAĞI							
1/8.....	KÜT ALIN	310-320	3/16	15-18	1/16	25-30	1
706 ALAŞIMIN(Cu,Ni,%10)ELLE KAYNAĞI							
0 1/8.....	KÜT ALIN	300-310	3/16	5	1/8	25-30	1
1/8 3/8.....	V 70-80	300-310(e)	3/16	6	1/8, 3/16	25-30	2-4
715 ALAŞIMIN(Cu,Ni,%30)ELLE KAYNAĞI							
0 1/8.....	KÜT ALIN	270-290	3/16	5	1/8	25-30	1
1/8 3/8.....	V 70-80	270-290	3/16	6	5/32	25-30	4

(a) Veriler ortalama değerler olup fikir vermek içindir, (b) Birleştirmelerin resimleri için tablolara bkz. (c) Tercih edilen elektrod malzemesi EWTh-2'dir. (d) RCuNi ilâve metali, bütün kaynaklı birleştirmelerde kullanılacaktır. (e) Akım şiddeti her pasoyla eşit şekilde, azami yaklaşık 375 ampere kadar, daha kalın ilâve çubuk çapıyla birlikte, artırılacaktır.

Tercih edilen koşullar arasında koruma gazı olarak argon, DADK (elektrod-) ve thoriumlu elektrodlar vardır.

Tabloda görüldüğü gibi akım şiddeti alaşım 706'da hafifçe artırılır: bu alaşımın ısı iletkenliği daha yüksektir; daha yavaş bir kaynak hızı da uygulanabilir. Ömsütme gerekmez.

Altan destek band veya halkaları, Cu-Ni'lerin kaynağında, karbon, grafit veya çelikten olmayacak, bunlar bakır veya bakır-nikelden yapılmış olacaktırlar. Üzerlerinde oluk bulunacaktır. Kaynak kalitesinin esas olduğu ağır koşullarda, tersten de bir koruma gazı akışını sağlamak gerekir.

Bu tersten gaz korumasının gerçekleştirilmesi, küçük ve orta çaplı borular kaynak edildiğinde, oldukça kolaydır.

Bazı hallerde, tersten koruma için, spatula ile sürülen oldukça kalın bir dekapan pastası kullanılır; pasta, kaynağa başlamadan önce, kurutulur. Bir (kimyasal veya mekanik) çok özenli dekapaj kaynaktan hemen önce uygulanacaktır.

Kaynakçı genellikle, elektrodu 25° meyilde tutarak "sola" kaynak eder; dar bir banyo elde etmek için ark çok kısa tutulur.

Birkaç pasoda kaynak edildiğinde, her pasodan sonra dikiş yüzeyinde oluşan oksit tabakasının, tam soğumasından önce, tamamen yok edilmesi gerekir.

İlave metal olarak bakır-nikellerin TIG kaynağında genellikle kullanılan tek alaşım RCuNi'dir. Bu ilâve metal % 0.20 ilâ 0.5 Ti içerip böylece gözeneklik ve oksijen gevrekleşmesi ihtimali asgariye indirilir. Bu kusurlar ya kaynak metalinde, ya da IEB'de görülür. Ti, desoksidan olarak etki yapar.

Standard Cu-Ni alaşımları Ti veya benzeri bir desoksidan içermediklerinden, gözeneklikten kaçınmak için ince Cu-Ni'lerle bile ilâve metal kullanılmalıdır.

Alman uygulamalarına göre bakır ve bakır alaşımlarının elle TIG kaynağı için veriler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Malzeme	Sac kalınlığı mm	Ağız	Aralık mm	İlave çubuk mm	Pasosayısı	Akım türü	Akım şiddeti A	Argon debisi lt/dak.	Ön ısıtma °C	Mühazat
Cu (SD-Cu)	1,5	I	0	1,5...2	1	D.A.	110...150	7	—	Düsey Tek taraflı
	3	I	0...3	2...3	1		170...230	7	—	
	6	V (60°)	0...3	3...4	2		300...375	7	300...400	
	4	I	3...4	2...3	2×1		2×130	2×7	—	Düsey iki taraflı Aynı anda iki üfleçle
	6	I	3...5	2...3	2×1		2×180	2×7	—	
	8	I	4...6	2...3	2×1		2×220	2×7	—	
10	X	4...6	3...4	2×1	2×260	2×8	—			
Si bronzu (Typ CuSi3)	1,5	I	0	2	1	D.A.	60...80	5	—	Yatay
	3	I	0...2	2...3	1		100...130	6	—	
	6	V (60°)	0...3	3...4	2...3		150...200	7	—	
	12	V (60°)	0...3	3...4	3...4		250...300	8	—	
	20	X (Eşit olmayan)	0...3	4...5	4...6		275...325	9	—	
Al bronzu (AlBz5)	3	I	0	2...3	1	A.A.	150...200	7	—	Yatay
	6	V (60°)	0...3	3...4	2		175...225	8	—	
	12	V (60°)	0...3	3...4	3...4	H.F.	250...300	8	—	
Cu-Ni	2	I	—	—	1	D.A.	100	6	—	Yatay
	4	V	—	—	1		120...180	7	—	
	6	V	—	—	1...2		180...250	8	—	

BAKIR VE ALAŞIMLARININ FARKLI METALLARLA TIG KAYNAĞI

Bakır ve birçok bakır alaşımı başka bakır alaşımlarıyla, çelikler, paslanmaz çelikler ve nikel ile nikel alaşımlarıyla, genellikle bir ilâve metal yardımıyla, TIG kaynağı ile birleştirilebilir. TIG kaynağının bu amaçla kullanımı genellikle inee metallara münhasır (sınırlanmış) olduğundan kaynak mutata olarak "yağlama"sız, yani bir ön dolgu kaynağı olmadan yapılır. Yaklaşık 3.2 mm (1/8 in.) den daha kalın farklı metallann birleştirilmesi tercihan MIG kaynağı ile, bunun mümkün olmadığı hallerde de, örtülü elektrodla yapılır.

Mutat olarak ark, kaynak edilen metallann en iletkenine yöneltilir.

İlave metalla kaynak hususunda aşağıdaki tablo, TIG kaynağı ile ve bakır alaşımı veya nikel alaşımı ilâve metallar yardımıyla birleştirilen farklı metallar birleşimlerini veriyor. Her birleşim

için önerilen ilâve metal ve önısıtma ve pasolararası sıcaklıkları gösterilmiştir. Az çok bütün kaynaklanabilir bakır alaşımları böylece farklı metallerle birleştirilebilir. Bakırın alçak çinkolu pirince fosfor bronz ilâve metalla kaynağı dışında Cu-Zn alaşımları TIG kaynağı ile farklı metallerle birleştirilmezler.

Mutat olarak, bir demirli metal ile bakır veya bakır alaşımının bu yöntemle birleşmesinde kaynak bakır tarafında; sertlehim kaynağı demir tarafında olur zira ilâve metalin ergime noktası ana metalinkinin altındadır. Bunun istisnaları ERNi-3 nikel ilâve metalini kullanarak bir bakır veya Cu-Ni'in bir demirli metala TIG kaynağı ile birleştirilmesidir. Burada, birleştirmenin her iki yanında gerçek kaynaklar bahis konusudur.

RCuAl-A2 alüminyum bronz ilâve çubuğu, tablodaki metallerin çoğuyla uyusmaktadır; bunun önemli bir istisnai fosfor bronzlarıdır. Bakır, fosfor bronz ve silisyum bronz ilâve metallerin tersine, RCuAl-A2 önemli miktarda demirle karışmaya olanak tanımakta olup demirli metallerin bakır alaşımlarıyla, asgari çatlama tehlikesi arz ederek, birleştirilmelerinde kullanılmaktadır.

Önısıtma, bir birleştirmenin en az bir elementinin yaklaşık 3.2 mm den kalın olması ve/veya yüksek iletkenliğe sahip bulunması durumlarının dışında, gerekmez.

Tabloda birçok yerde gösterilmiş alçak önısıtma veya pasolararası sıcaklık, farklı önısıtma gereksinimli iki alaşımın birbirleriyle kaynak edilmeleri durumunda uygulanır. Bundan istisna bakırın başka metallerle birleştirilmesi olup burada bu çok yüksek ölçüde iletken yeterli ısı sağlama kaygısı sair mülâhazaları bastırır, dolayısıyla de 538°C (1000°F) önısıtma sıcaklığı, başarılı kaynakları teminat altına almak üzere kullanılacaktır.

Bakır ve alaşımlarının farklı metallerle TIG kaynağında kullanılan ilâve metaller ile önısıtma ve pasolararası sıcaklıklar^(a)

METALLERDEN BİRİ	BAKIRLAR	P BRONZLARI	AL BRONZLARI	Si BRONZLARI	Cu-NİKELLE
		Cu ALAŞIMLARI			
Alçak Zn pirinçleri	ECuSn-C(b) veya RCu (538°C)	....	....	....	....
P Bronzları	ECuSn-C(b) veya RCu (538°C)	....	....	....	....
Al bronzları	RCuAl-A2 (538°C)	RCuAl-A2 veya ECuSn-C(b) (204°C)	....	....	....
Si bronzları	ECuSn-C(b) veya RCu (538°C)	RCuSi-A (66°C max.)	RCuAl-A2 (66°C max.)	....	....
Cu - Nikeller	RCuAl-A2 veya RCu veya RCuNi (538°C)	ECuSn-C(b) (66°C max.)	RCuAl-A2 (66°C max.)	RCuAl-A2 (66°C max.)	....
		Ni ALAŞIMLARI			
Ni ve Ni-Cu alaşımları	RCuNi veya ERNiCu-7 (538°C)	(c)	(c)	(c)	RCuNi veya ERNiCu-7 (66°C max.)
Ni-Cr, Ni-Fe ve Ni-Cr-Fe alaşımları	ERNi-3 (538°C)	(c)	(c)	(c)	ERNi-3 (66°C max.)

METALLERDEN BİRİ	BAKIRLAR	P BRONZLARI	AL BRONZLARI	Si BRONZLARI	Cu NİKELLER
ÇELİKLER					
Alçak C çeliği	RCuAl-A2 veya RCu veya ERNi-3 (538°C)	ECuSn-C (b) (204°C)	RCuAl-A2 (149°C)	RCuAl-A2 (66°C)	RCuAl-A2 veya ERNi-3 (66°C max.)
Orta C çeliği	RCuAl-A2 veya RCu veya ERNi-3 (538°C)	ECuSn-C (b) (204°C)	RCuAl-A2 (204°C)	RCuAl-A2 (66°C)	RCuAl-A2 veya ERNi-3 (66°C max.)
Yüksek C çeliği	RCuAl-A2 veya RCu veya ERNi-3 (538°C)	ECuSn-C (b) (260°C)	RCuAl-A2 (260°C)	RCuAl-A2 (204°C)	RCuAl-A2 veya ERNi-3 (66°C max.)
Alçak çelik alaşımları	RCuAl-A2 veya RCu veya ERNi-3 (538°C)	ECuSn-C (b) (260°C)	RCuAl-A2 (260°C)	RCuAl-A2 (204°C)	RCuAl-A2 veya ERNi-3 (66°C max.)
Paslanmaz çelik	RCuAl-A2 veya RCu veya ERNi-3 (538°C)	ECuSn-C (b) (204°C)	RCuAl-A2 (66°C)	RCuAl-A2 (66°C)	RCuAl-A2 veya ERNi-3 (66°C max.)
DÖKME DEMİRLER					
Kır ve temper dökümleri	RCuAl-A2 veya RCu (538°C)	ECuSn-C (b) (204°C)	RCuAl-A2 (204°C)	RCuAl-A2 veya RCuSi-A (149°C)	RCuAl-A2 (66°C max.)
Sfero döküm	RCuAl-A2 veya RCu (538°C)	ECuSn-C (b) (204°C)	RCuAl-A2 (66°C max.)	RCuAl-A2 veya RCuSi-A (66°C max.)	RCuAl-A2 (66°C max.)

(a) Tablodaki ilâve metal seçimleri, genellikle mekanik niteliklerin daha önemli olduğu haller dışında, kaynak kabiliyeti esasına göredir. Önsıtma mutad olarak sadece birleştirilecek ve metallardan en az birinin yakl. 3.2 mm den kalın ya da yüksek derecede iletken olması durumunda kullanılır. Önsıtma ve pasolararası sıcaklıklar, kaynaklı parçaların şekil ve boyutlarına göre ayarlanacaktır, (b) ECuSn-C, AWS tarafından MIG kaynağı elektrod teli olarak sınıflandırılmışsa da TIG kaynağında da ilâve metal kullanılır, (c) Bu iş metali birleşimleri nadiren kaynakla birleştirilirler; bunların birleştirilmeleri için kaynak süreci geliştirmek amacıyla RCuAl-A2'nin kullanımı, fosfor bronzu içeren birleşimlerin kaynağı dışında, tavsiye edilir.