

ÇÖKELME SERTLEŞMELİ ALAŞIMLARIN KAYNAĞI

Çatlamaya eğilimleri dolayısıyla çökeltme sertleşmeli alaşımlar özel kaynak süreçlerini gerektirirler. Çatlaklar, yaşlandırılmada ya da yaşlandırma sıcaklığının üstünde bir sıcaklıkta çalışma sırasında vaki olabilirler; bunun nedeni bakiye kaynak gerilmeleri ve çökeltmeden hasıl olan gerilmelerdir.

Kaynak öncesi ve kaynak sonrası işlemler

Ağır eğme, bükme, haddeden çekme ve benzeri işlemlere tabi tutulmuş bütün parçalar kaynaktan önce tavlacaktır. Mümkün olduğu takdirde ısıtma, oksitlenmeyi sınırlamak ve daha sonraki yüzey temizlemesini asgariye indirmek üzere, kontrollü atmosferli bir ocakta yapılır.

Alüminyum-titanium sertleşmeli alaşımlar, kaynaktan sonra ve çökeltme sertleşmesinden önce gerilim giderme (eriyik işlemi) ilemine tabi tutulacaklardır. Kaynaklı yapının, çökeltme sertleşmesi aralığı içinde sıcaklıklara uzun süre maruz kalmasından kaçınmak için, uygun sıcaklığa önceden getirilmiş bir ocakta hızlı ısıtma tavsiye edilir. İş parçasının ocak alanına göre nispeten büyük olması halinde ocak önceden eriyik işlemi sıcaklığının 40 ilâ 250°C kadar üstünde bir sıcaklığa ısıtılacak ve parça eriyik işlemi sıcaklığına vardığında ocak yeniden ayarlanacaktır. Tamir ya da tadil kaynağından meydana gelen gerilmeler de aynı şekilde, yeniden yaşlandırmadan önce eriyik işlemi sıcaklığına hızla ısıtarak, giderilecektir.

İşparçasının özellikle çapraşık olması nedeniyle gerektiği gibi gerilmelerin giderilmesi mümkün olamıyorsa, kaynak öncesi işlemler yardımcı olabilirler ancak kaynak sonrası ısıtma işleminin yerini tutmazlar.

Çökeltme sertleşmeli alaşımlar, yaşlandırılmış halde kaynak edilebilirler, ancak, çalışma sırasında karşılaşılan sıcaklıkların çökeltme sertleşmesi sıcaklık aralığında olması halinde, kaynaklı parça eriyik işlemine tabi tutulacak ve yerinden yaşlandırılacaktır.

Genel kaynak süreçleri

Çökeltme sertleşmeli alaşımlar genellikle TIG yöntemiyle kaynak edilirler, mamafih örtülü elektrod ve gaz-metal ark (MIG) yöntemleri de uygulanabilir. Kaynak işlemi sırasında ısı girdisi, mümkün olan en yüksek birleşme verimi elde etmek için, ılımlı bir düzeyde tutulacaktır. Çok paso veya tabakalı kaynaklarda, az sayıda ve geniş dikişler yerine çok sayıda dar ip dikişler kullanılacaktır.

Kaynak sırasında oksitlerin oluşması durumunda bunlar abrasif püskürtme ya da taşlama ile temizlenecektir. Aksi halde ergimeyi güçleştirirler ve kaynak eksenini boyunca lamel tipi oksit girdileri hasıl ederek mekanik gerilim artırıcı etkisi yapıp çalışma sırasında gerilim-korozyon çatlağına neden olurlar.

Kaynak edilebilen şekillendirilmiş nikel ve nikel alaşımları.

Nikel ve katı eriyik alaşımları		Çökelme sertleşmeli alaşımlar
Nikel 200	Nikel 233	Monel K-500
Nikel 201	Nikel 270	Monel 502
Nikel 205	Monel 400	Özel amaçlı alaşımlar
Nikel 211	Monel 401	4-79 Moly-Permalloy
Nikel 220	Monel 404	Numetal (AMS 7701)
Nikel 230	Monel R-405	Nichrome
		Invar 36

DÖKME NİKEL ALAŞIMLARININ KAYNAĞI

Dökme nikel alaşımları TIG, MIG ve örtülü elektrod kaynaklarıyla birleştirilebilirler. En iyi sonuçları elde etmek için dökümler kaynaktan önce bazı döküm gerilmelerini gidermek ve döküm parçada belli bir homogenleşme sağlamak üzere, eriyik tavlamasına tabi tutulacaklardır.

Dökümün bileşmedeki kitlesine göre 95 ilâ 200°C'ta bir önısıtılması, ısıl darbeden ileri gelebilecek kaynak metali çatlamalarını azaltır. İlk pasodan sonra kaynakçı çekiciyle hafif çekiçleme gerilmeleri giderir ve dökümle kaynak metalinin birleştiği yerde çatlamayı azaltır. Daha sonraki pasoların çekiçlenmesi fayda sağlamaz. Keza, kaynaktan sonra gerilimin giderilmesi istenir.

TIG KAYNAĞI

Nikel alaşımları, hem dökme hem şekillendirilmiş (hadde vb), katı eriyik pekiştirilmeli veya çökelme sertleşmeli olasılar TIG yöntemiyle kaynak edilebilirler. Kaynak ilave metalinin kullanılması genellikle tavsiye edilir.

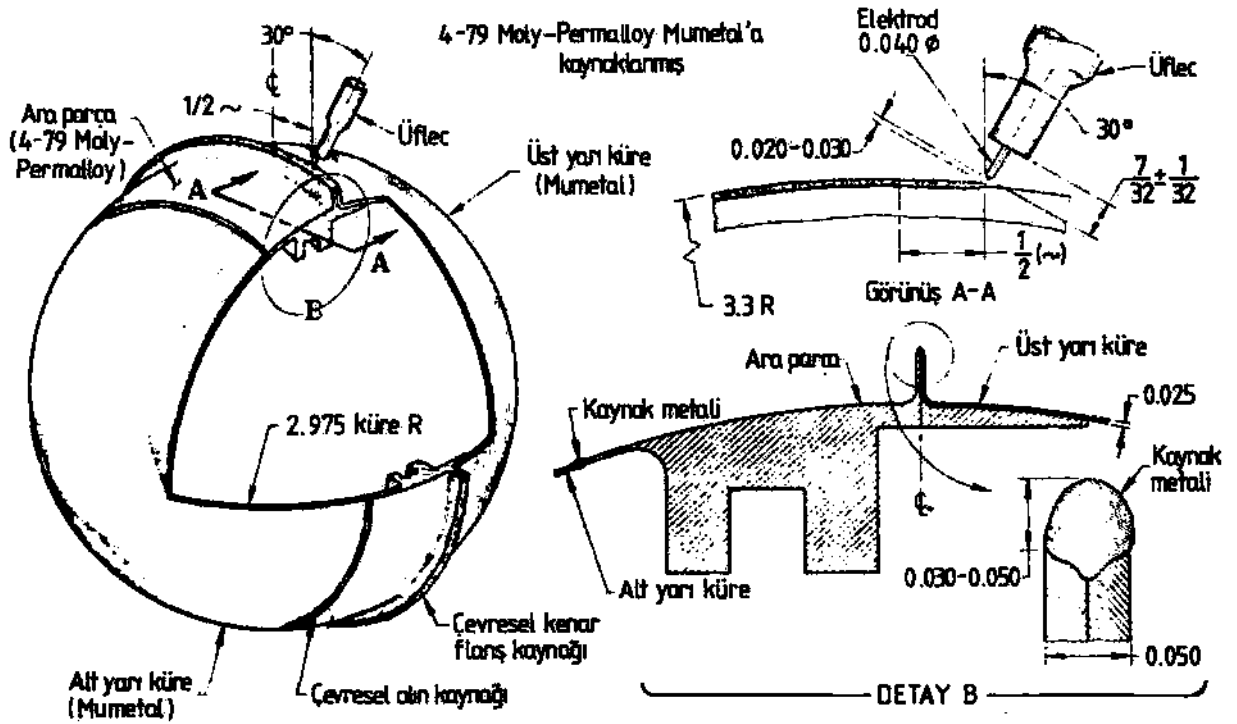
Hem elle, hem de otomatik kaynakta doğru akım düz kutup (DADK elektrod —) önerilir. Ark uzunluğunun yakından kontrolünün mümkün olması halinde otomatik kaynakta dalgalı akım da kullanılabilir ama buna bir yüksek frekans akımının bindirilmesi gerekir.

Kaynak üfleci (torç), işparçasına 90° de tutulacak ya da tertiplenecektir; işin daha iyi görülebilmesi için hafif bir sapmaya müsaade edilir. Keskin aç, içeri çevredeki havayı alıp koruma gazını bulaştırmaya götürebilir. İşe uygun en büyük gaz üfleci kullanılacak nozle ile işparçası arasında asgari pratik mesafe tutulacaktır.

Helium, ince metalin ilâve kaynak çubuğu olmaksızın kaynağında aşağıdaki avantajları sağlamaktadır:

1.)**Artan sağlamlık:** Monel 400'de gözeneksiz kaynaklar daha kolaylıkla elde edilir ve Nikel 200'ün kaynağında daha az gözenek bulunur.

2.)**Artan kaynak hızı.** DADK ile aynı akım şiddeti ayarında argon ile sağlanan kaynak hızı % 40'a kadar artırılabilir şöyle ki kaynak hızı ısı girdisinin bir fonksiyonu olup helium ile bu girdi çok daha büyük olur.



Şekil: 9 — TIG ile kaynak edilmiş cirooskop âleti zarfı ve kenar flans kaynağı ile üfleç pozisyonunun detayı.

Elektrodlar

Saf tungsten olabileceği gibi thorium veya zirkonium ile alaşımlandırılmış elektrodlar kullanılabilir. Alaşımlı elektrodlar, daha alçak çalışma sıcaklıkları ve daha düşük buharlaşma kayıpları dolayısıyla daha ekonomiktirler. Aşırı amperaj kullanarak fazla ısıtmadan daima kaçınılacaktır.

En iyi ark stabilitesi ve nüfuziyet kontrolü, elektrodun ucunu konikleştirerek sağlanır. Koniklik açısı yaklaşık 30° olup ucunda yaklaşık 0.4 mm çapında bir düz alan bulunacaktır. Daha geniş koni açıları daha dar dikiş ve daha derin nüfuziyet elde etmek için kullanılır.

Elektrodun nozldan dışarı olan ucunun uzunluğu az olup birleşme tasarım şekline göredir. Örneğin, ince saç üzerinde alın kaynaklarında maksimum 5 mm olur ama bazı köşe kaynaklarında 10 ilâ 12.5 mm uzunluk gerekebilir.

Elektrod, dikeye göre hafifçe eğik tutulur. İlâve metal kullanıldığında, elektrodla temas ve bunun bulaştırılmasından kaçınmak için, kaynak banyosunun ilerleyen ucuna dikkatle eklenecektir. Bulaşma vaki olacak olursa, elektrod temizlenip yeniden şekillendirilecektir.

İlâve kaynak metali

TIG kaynağında kullanılan ilâve kaynak metalları, genellikle ana metalla aynı bileşimde olur. Yüksek ark akım şiddeti ve yüksek kaynak sıcaklıkları nedeniyle, ilâve metallar gözenekliliğe ve kaynak metalinin sıcak çatlağına dayanmak üzere alaşımlandırılırlar. İlâve kaynak (dolgu) metali ilâveleri ve karışma oranları, kaynak (dikiş) metalinin en az % 50 ilâve (dolgu) metalinden içermesini sağlayacak şekilde ayarlanacaktır.

Aşağıdaki tabloda nikel alaşımlarının TIG, MIG ve tozaltı kaynağı için ilâve (dolgu) metali veya elektrod tellerinin bileşimleri görülür.

ERNİ-3 sınıfından ilâve metallar, Nikel 200 ve 201 gibi yüksek nikel alaşımları; ERNİ-7 sınıfındakiler de, Monel 400 ve 404 gibi nikel-bakır alaşımların kaynak etmede kullanılırlar.

ERNiCu-8 ilâve metallar, Monel K-500 gibi nikel-bakır-alüminyum alaşımlarının kaynağında kullanılır. Kaynak metali, 600° C'a ısıtılıp bu sıcaklıkta 16 saat tutulduktan sonra ocağa veya havada soğumaya terkedildikte, yaşalanma sertleşmesine uğrar. Kaynaklı parça, yaşlandırmadan önce gerilim giderilmesine tâbi tutulmayacaktır; aksi halde, yaşlandırma sırasında çatlak meydana gelebilir.

AWS SİNFLANDIRMASI	C	Mn	Fe	S	Si	Cu	Ni+Co (b)	Al	Ti	Toplam değerleri
ERNİ-3.....	0.15	1.0	1.0	0.01	0.75	0.25	93 min	1.5	2.0-3.5	0.50
ERNiCu-7.....	0.15	4.0	2.5	0.02	1.25	kalanı	62-69	1.25	1.5-3.0	0.50
ERNiCu-8.....	0.25	1.5	2.0	0.01	0.1	kalanı	63-70	2-4	0.25-1.00	0.50

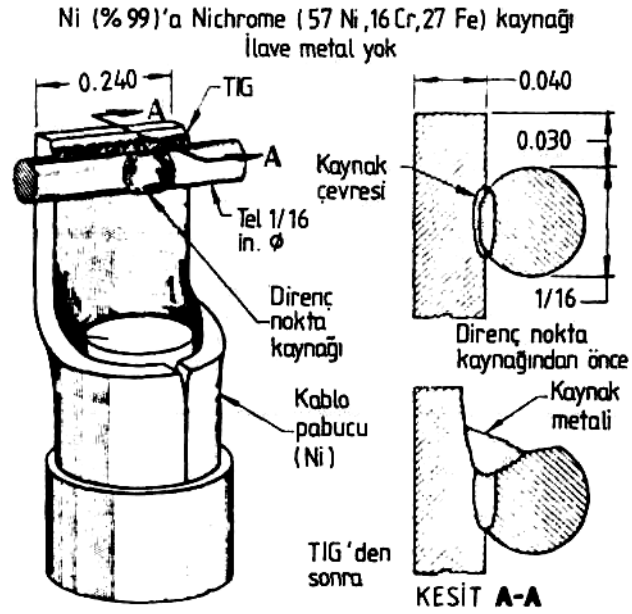
Kaynak teknikleri

İlâve metal kullanıldığında, tel çapı işparçasının kalınlığına uygun olacaktır. Kaynak sırasında telin sıcak ucu, koruyucu gazın altında tutulacaktır. Ergime banyosu mümkün olduğu kadar sakin halde olacak; aksi halde desoksidan elementler yanar.

Ark, mümkün olduğu kadar kısa tutulacak. İlâve metal kullanılmıyorsa, arkın uzunluğu en fazla 1.30 mm, tercihan 0.5 ilâ 0.8 mm olacaktır. İlâve metalin kullanılması halinde daha uzun olabilir de telin kalınlığına uygun olarak yine olabildiğince kısa tutulacaktır.

Özellikle ilâve metal kullanılmadığı zaman kaynak hızı nüfuziyet, dikiş genişliği ve sağlamlığını etkiler. Belli bir malzeme kalınlığı için, asgari gözeneklik sağlayan bir kaynak hızları aralığı olup bunun dışındaki hızlar, ister daha hızlı, ister daha yavaş, artan gözenekliğe götürür. Keza, belli bir kaynak hızı için gözeneklik olasılığı, malzeme kalınlığı arttıkça azalır.

Tam nüfuziyetli kaynaklar, yerel gaz korumasına ve işparçasının içinin temizlenmesine olanak sağlayan Şekil 8'deki gibi oluklu destek haralarını gerektirir.



Şekil: 10 — Yüksek güvenilirlik amacıyla TIG kaynağı yapılmış elektriksel bağlantı.

Şekil 10'da görülen elektriksel bağlantı, önceleri Nichrome (57 Ni-16 Cr-27 Fe) kablo telinin bir nikel (99 Ni) pabuca direnç nokta kaynağı ile birleştirilmesi düşünülmüş şöyle ki korozyona götürmesi muhtemel olan dekapan kullanımından kaçınmak gerekmiş; ama bağlantı noktasında eğilme erken kopmaya neden olmuş ve dolayısıyla bir alternatif çözüm aranmış. Sonuçta, direnç nokta kaynağına ek olarak uygulanan TIG kaynağı, güvenilirliği artırmış.

NİKEL ALAŞIMLARININ ELLE KAYNAĞI İÇİN TİPİK KOŞULLAR

Kalınlık in.	Kenar hazırlığı	Tungsten elektrod ϕ in.	İlave metal ϕ in.	D.A. amp.	Kaynak hızı in./dak.	İlave metal sarfiyatı kaynak başına in./ft	Ar debisi lt./dak.
0-036	Küt alın, bitişik veya 0,015 in. kök aralığı	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$	60-75	8-9	12	6-8
0-064	Küt alın, bitişik veya 0,020 in. kök aralığı	$\frac{3}{32}$	$\frac{3}{32}$	100	7-9	8-10	8
0-125	Tek V 75° 1/32 in. kök yüksekliği 0,045 kök aralığı	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{32}$ veya $\frac{1}{8}$	İki paso başına 140-160 amper	5-6	8-10 paso başına	10
0-50	Tek V 75° 1/32 in. kök yüksekliği 1/16 in. kök aralığı	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	13 Paso, 100 Amper. Diğerleri, 150 Amper	5-6		10

MIG KAYNAĞI

Yüksek nikel ve nikel-bakır alaşımlar MIG yöntemiyle kaynaklanabilirler. Keza Monel K-500 gibi, çökelme sertleşmeli alaşımlar, özel süreçlerle yine MIG yöntemiyle birleştirilebilirler.

Püskürme, kürecik ve kısa-devre metal geçişleri kullanılabilir. Güç girişi değiştirilerek bu farklı metal transfer tipleri elde edilebilir. Püskürmeden kürecik geçişe dönüştüren pulslu ark da kullanılır.

Nikel 200 ve Monel 400'ün MIG kaynağı için tipik koşullar

	Nikel 200	Monel 400
Püskürme tipi metal geçişi (a) ile		
Elektrod teli	ERNi3	ERNiCu-7
Voltaj, V (ort.)	29 ilâ 31	28 ilâ 30
Akım, A (ort.)	375	290
Tel sürme, in/dak.	205	200

Kısa-devre metal geçişi (b) ile

Elektrod teli	ERNi3	ERNiCu-7
Voltaj, V (ort.)	20 ilâ 21	16 ilâ 18
Akım, A (ort.)	160	130 ilâ 135
Tel sürme, in/dak.	360	275 ilâ 290

Pulsu ark geçişi (c) ile

Elektrod teli	ERNi-3	ERNiCu-7
Pik voltajı, V	46	40
Voltaj, V (ort.)	21 ilâ 22	21 ilâ 22
Akım, A (ort.)	160	140

(a) Argon, 60 ft³/sa; yerde yatay pozisyon, ϕ 1.6 elektrod teli. (b) Argon-helium karışımı, 50 ft³/sa; dik pozisyon; ϕ 1 elektrod teli. (c) Argon veya argon-helium karışımı, 25 ilâ 35 ft³/sa; dik pozisyon; ϕ 1.2 elektrod teli.

Kaynak akımı

Bütün standard doğru akım makinaları elverişli olup sabit voltaj makinaları en geniş ölçüde kullanılır. Doğru akım, ters kutuplu olacaktır (elektrod +). Düz kutupla metal terketme oranları daha yüksek olmakla birlikte püskürmeler fazla olur.

Koruma gazı

Nikel alaşımlarının püskürme veya kürecik metal geçişiyle MIG kaynağında, argonla iyi sonuçlar alınmaktadır. Nikel alaşımlarının kaynağında, % 15-20 helium eklenmesi faydalıdır. Bu sonuncu gazın oranı sıfırdan % 20'ye arttıkça, kaynak dikişi tedricen daha geniş ve daha düz hale gelir ve nüfuziyet azalır. Argona oksijen, karbon dioksik veya hidrojen eklenmesinin çeşitli sakıncaları vardır.

Gaz debisi, birleşmenin tasarımı ve kaynak pozisyonuna göre 25 ilâ 100 ft³/sa arasında değişir. Bir ortalama 50 ft³/sa, genellikle kullanılmaktadır.

Birleştirme tasarımı

MIG kaynağı için önerile tasarım, S.762'deki tabloda verilmiştir. Ancak küresel ya da püskürme transferi kullanan U ağzında, kök yarıçapı yakl. % 50 azaltılıp şev açısı ikiye katlanacaktır. Bu geçiş türlerinde, küçük çaplı elektrodla yüksek akım şiddetinin kullanılması, yüksek bir ark kuvveti hasıl eder ve bunun sonucunda ark, örtülü elektrodda saptırılabilir gibi bir düz çizgiden saptırılmaz. Arkın, ergitilmesinin gerektiği tüm alanlara temas etmesi gerektiğinden, birleştirme tasarımı ark kuvvet hattı ile kesişmeyi sağlayacaktır.

Kaynak teknikleri

En iyi sonuçlar, elektrod tutucusu (pensesi) nin, birleştirmenin orta çizgisine dikey olarak yerleştirildiği durumda elde edilir. Kaynağın daha iyi görülebilmesi için hafif bir meyile izin

verilebilirse de bunun fazlası, çevre atmosferinin koruma gazına karışmasına yol açabilir ve dolayısıyla de gözenekli ve hayli oksitlenmiş bir kaynak meydana gelir.

Ark uzunluğu önemlidir. Fazla kısa ark, püskürme yapar; çok uzununu da kontrolün elden gitmesine götürüp nüfuziyeti azaltır.

Üfleç (torç), ark tam kaynak banyosunun önünde ana metala temas edecek gibi ilerletilecektir.

Pulslu ark üflecinde kullanılan açığı ve uygulama, MIG'de olduğu gibidir. Kaynak çentiklerinden kaçınmak için salıntının uçlarında hafifçe durulacaktır.