

NİKEL ALAŞIMLARININ KAYNAĞI PLASMA-ARK KAYNAĞI

Anahtar deliği(*) şeklini kullanan plasma-ark kaynağı, yaklaşık 0.80 mm kalınlığa kadar nikel alaşımlarında kabul edilebilir kaynaklar hasıl edebilir.

Argon-hidrojen karışımları ağız ve koruma gazları, % 5-8 hidrojen optimum olarak, kullanılmaktadırlar. Hidrojen içeriği arttıkça, anahtar deliği için gerekli akım şiddeti, hidrojen içeriği % 7 H₂ ye kadar arttıkça, azalır; bu hidrojen (ya da kullanılmışsa, helium) içeriğinin üstünde, üfleci (torçu) tutuşturmak güçleşir.

Anahtar deliği kaynağı için kaynak hızı ile akım şiddeti arasındaki ilişki, aşağıdaki tabloda verilmiştir:

	Nikel 200	Monel 400
20 cm/dak	185 A	155 A
25	200	175
30	220	195
35	235	215

0.6 mm Nikel 200' ü % 95 argon ve % 5 hidrojen kullanarak kaynak etmek için tipik koşullar şunlardır: 245 A; 31.5 V; 35 cm/dak; gaz debisi (ağızda) 0.283 mVsa ve korumada 1.3 3m/sa.

ÖRTÜLÜ ELEKTRODLA KAYNAK

Nikel ve nikel alaşımları, örtülü elektrodlarla kaynak edilebilirler. Herne kadar bunda asgari metal kalınlığı 1.25 mm ise de, uygun tespit tertibatıyla daha ince malzeme de birleştirilebilir. Kaynak ağızı şekil ve ölçüleri ile dikişler, bundan önce verilmiş olanlar gibidir.

Elektrodlar

Aşağıdaki tabloda Nikel, yüksek nikel alaşımları ile nikel-bakır alaşımları için örtülü elektrodların bileşimleri verilmiştir. Bundaki tek değerler maksimum yüzdeyi ifade eder.

ENi-1 sınıfı elektrodları şekillendirilmiş (çekme, haddelenmiş...) ve dökme nikel ve nikel alaşımlarını kendilerine veya çeliğe kaynak etmede kullanılırlar.

ENiCu-1 ve ENiCu-2 elektrodları, nikel-bakır alaşımlarını kendileriyle kaynak etmede, çeliğe bir nikel-bakır alaşımla dolgu kaynağı yapmada, nikel-bakır kaplamalı çeliğin kaplama tarafını ve nikel-bakır alaşımlarını çeliğe kaynak etmede kullanılır. ϕ 2.4 veya 3.2 çapında ENiCu-2

elektrodları, yerde yatay dışındaki pozisyonlarda da kaynak etmede kullanılabilir. ENiCu-4 sınıfı elektrodlar, kolombiumun varlığının korozyona dayanımı azaltabileceği yerlerde nikel-bakır alaşımlarını kendilerine kaynak etmede kullanılır.

ENiCuAl-1 elektrodları, nikel-bakır-alüminyum alaşımlarını kendilerine, yaşlandırılmamış halde, kaynak etmede kullanılırlar. Kaynak metali, ana metal kadar olmamakla birlikte daha sonraki yaşlandırma sertleşmesine cevap verecektir. Kaynaklı parça, yaşlandırmadan önce gerilim giderme işlemine tabi tutulacaktır. Bu işlem, onu daha önceden 785°C'a ısıtılmış bir ocağa koyup uygun bir süre orada tutmak suretiyle olur.

Elektrodların kuru olmaları kaçınılmaz bir koşuldur. Bunun için mutad önlemler alınacaktır.

AWS SINIFLANDIRMASI	C	Mn	Fe	S	Si	Cu	Ni + Co	Al	Ti	Cb+Ta	Toplam diğerleri
ENi-I	0.10	0.75	0.75	0.020	1.25	0.25	92 min	1.0	I-4	...	0.50
ENiCu-I	0.15	4.0	2.5	0.025	1.25	kalanı	62-70	1.0	1.5	3.0	0.50
ENiCu-2	0.15	6.0	2.5	0.025	1.5	kalanı	60-68	1.0	1.0	2.5	0.50
ENiCu-4	0.40	4.0	2.5	0.025	1.0	kalanı	62-70	1.5	1.0	...	0.50
ENiCuAl-I	0.45	4.0	2.5	0.025	1.25	kalanı	60-68	I-4	1.0	...	0.50

Kaynak akımı

Örtülü elektrodla kaynak, DATK (elektrod +) ile yapılır. Her elektrod çapının bir optimum amperaj aralığı olup bu aralık içinde iyi ark karakteristikleri elde edilir; bunun dışında ise ark stabil olmaktan çıkar veya elektrod fazla ısınır. Önerilen elektrod çapları ve çeşitli malzeme kalınlıkları için akım ayarları, aşağıdaki tabloda verilmiştir. Destek tipi, tespitlerin sıklığı ve birleştirme tasarımı gibi değişkenler, gerekli akım şiddetini etkiler. Gerçek akım şiddeti, kaynak edilecek metalla aynı cins ve kalınlıkta bir numune üzerinde deneyle saptanacaktır.

Yüksek nikelli alaşımlar ve nikel-bakır alaşımlarının çeşitli kalınlıklarının yerde yatay pozisyonunda örtülü elektrodla kaynağı için önerilen elektrod çapı ve akım şiddeti.

ANA METAL KALINLIĞI in.	ELEKTROD Ø (a) in	AKIM (b) amper
Yüksek Nikel Alaşımları		
0.037	3/32	(c)
0.043	3/32	(c)
0.050	3/32	(c)
0.062	3/32	75
0.078	3/32	80
0.093	3/32	85
0.109	1/8	105
0.125	1/8	105
0.125	3/32-5/32	80-150
0.140	5/32	130
0.156	5/32	135
0.187(d)	5/32	150

ANA METAL KALINLIĞI in.	ELEKTROD Ø (a) in	AKIM (b) amper
Nikel-Bakır Alaşımları		
0.037	3/32	(c)
0.043	3/32	(c)
0.050	3/32	(c)
0.062	3/32	50
0.078	3/32	55
0.093	3/32	60
0.109	3/32	60
0.109	1/8	65
0.125	3/32-5/32	60-140
0.140	3/32-5/32	60-140
0.156	3/32-5/32	60-140
0.250	3/32-5/32	60-140
0.375	3/32-3/16	60-180
0.500 (d)	3/32-3/16	60-180

(a) Aralığın gösterildiği yerlerde, küçük elektrod çapı, kaynak ağzının dibinde ilk pasalarda kullanılır; ağız en büyük çaplı elektrodlarla doldurulur, (b) Akım şiddeti, elektrod imalcisinin önerisine göre olacaktır, (c) Ark kontrolünün idame edilebileceği minimum amperaj kullanılacaktır, (d) Ve daha kalın.

Kaynak pozisyonu

Mümkün olduğunca, daha çabuk ve daha ekonomik olması ve iyi kalitede kaynaklar sağlanması itibariyle, yerde yatay pozisyonda kaynak edilecektir. Yerde yatay pozisyonda önerilen elektrod pozisyonu, kaynak banyosunun önünde dikeyden yaklaşık 20° lik bir eğimdir. Bu pozisyon, ergimiş banyonun kontrolünü kolaylaştırır ve cüruf sıkışmalarını önler. Ark, kısa tutulacaktır.

Dik kaynakta ark, yerde yatay pozisyondakine göre hafifçe daha kısa, amperaj da, yukardaki tabloda gösterilenden % 10 ilâ 20 daha az olacaktır. Elektrod, birleşme yerine yaklaşık 90° de tutulacaktır.

Tavan kaynağında da ark, yerde yatay pozisyondakine göre hafifçe daha kısa, amperaj da yukardaki tabloda gösterilenden 5 ilâ 15 A aşağı olacaktır.

Kaynak teknikleri

Ergimiş nikel alaşımı akmadığından, gerekli olduğu yere terk edilmelidir. Bu nedenle de elektrodu hafifçe dalgalandırmak ya da ona salıntı vermek gerekir. Dalgalanmanın miktarı birleşme tasarımı, kaynak pozisyonu ve elektrod tipine bağlı olur. Düz, salıntısız bir ip dikiş, tek pasolu işte kullanılabilir ve kalın kesitlerde bir derin ağzın dibinde yeterli olur; ama genellikle salıntı istenir.

Salıntıya yer verildiğinde bu, elektrod çapının üç katından daha geniş olmayacaktır. Dik kaynakta bu kaideden biraz sapma gerekli olabilir.

Kaynak püskürmelerinden kaçınılacaktır. Vaki olacak olursa bu, arkın fazla uzun tutulduğunun, aşırı yüksek amperajın kullanıldığıının veya akımın düz kutup olduğunun işaretidir.

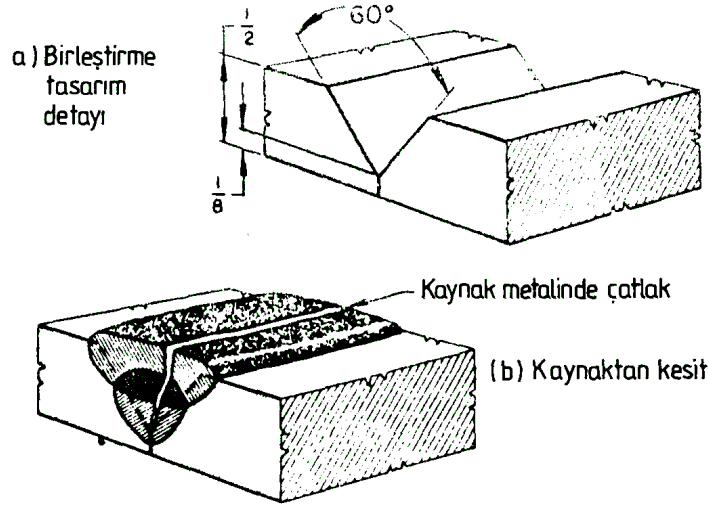
Ark kesileceği zaman hafifçe kısaltılacak ve ilerleme hızı artırılarak kaynak banyosu hacmi azaltılacaktır. Bu uygulama, krater oksidasyonu olasılığını azaltır ve arkın yeniden tutuşturulmasının yolunu hazırlar.

Arkın yeniden tutuşturulma şeklinin, kaynağın sağlamlığı üzerinde anlamlı bir etkisi vardır. Ark, kraterin ön kenarında yeniden tutuşturulacak ve geriye doğru, normal bir kaynak hızıyla, kraterin arka ucuna götürülecektir. Yani ters (veya T) yeniden tutuşturma tavsiye edilmektedir. Böylece de yön tersine çevrilmiş olmakta olup salıntı önerilir ve kaynak devam eder. Bu sürecin üç avantajı vardır: (a) kaynakçı, kaynak başlamadan önce gerekli ark uzunluğunu ayarlama fırsatını bulur; (b) soğuk krater bir miktar önısıtma uygulanmış olur; (c) hızla soğumuş kaynak metalinin ilk damlaları, yeniden ergiyecekleri bir yere terkedilmiş olurlar, böylece de gözeneklik asgaride tutulmuş olur.

Başka bir teknik de yeniden tutuşturmayı, kaynak metalinin kolaylıkla kaldırılabilceği bir yerde, örneğin bir önceki pasonun krateri başının 12 ilâ 25 mm gerisinde yapmaktır. Daha sonra yeniden tutuşturma alanı, dikişin gerisiyle birlikte taşlanarak düzeltilir. Bu teknik, sıkı radyografik standartlara uyulmasının gerektiği durumlarda kullanılır ve ters yeniden tutuşturmada olduğundan daha az ustalığı gerektirir.

Üretim başlamadan önce kaynak süreci hurda malzeme kullanılarak değerlendirilecektir. Şekil 11'de bu deneyin koşulları (Şekil 11 a) görülür. ϕ 5 m çap ve 400 mm uzunlukta bir ENi-1 elektrodu ile 235 A'lık bir akım şiddeti kullanılmış. İlk pasoda her elektrodla 170 mm uzunlukta bir dikiş yapılmış, ikinci pasoda da her elektrodla 75 mm uzunlukta dikiş yapılmış.

Nikel 200 ; nikel alaşımı ilave metal (ENi-1)



Şekil: 11 — 1/2 in Nikeli 200'ü kaynak etmek için birleştirme tasarımı ve aşırı ısı girdisi nedeniyle kaynak metalinde hasıl olan çatlak.

Bitmiş kaynağın kesiti Şekil 11 (b) de görülür. Araştırma, kaynak metalin-deki çatlakların yüksek kaynak akım şiddeti ile alçak ilâve metal terk oranından ileri geldiğini göstermiştir. Şöyle ki bu, aşırı ölçüde uzun süre kaynak banyosunun fazla ısınmış halde tutulmuş olmasından ileri gelmiştir.

Bunun üzerine optimum koşullar aranmış ve 210 amper akım şiddeti ve ilk pasoda her elektrod başına yaklaşık 300 mm ve ikinci pasoda da 225 mm uzunlukta dikiş terk etme oranı saptanmış. Sair koşulların hepsi eskisi gibi kalmış.

80° lik bir ağız açısı ile 1/16 ilâ 3/32 in kök yüksekliğinin daha da iyi bir birleştirme sağlayacağı görülmüş.

3 mm'ye kadar (3 mm -1/8 in - dahil) kalınlıkta malzemede kaynak ağızına gerek yoktur. Saçlar, aralıklı küt alın şeklinde ayarlanır, ağız aralığı, metal kalınlığının yarısı kadar olur. Daha kalın malzeme için ağız hazırlık şekilleri daha önce verilmişti .

Yüksek nikel alaşımı elektrodunun kaynak metalini, çelik elektrodunkinden daha yayılmaz ve onunkinden daha derine nüfuz etmez. Bu itibarla kullanımını kolaylaştırmak için V ağızının açısını, U ağızının yan açısını ile dip yarıçapını, çeliğin-kilere göre artırmak gerekir. Keza, birleştirmenin tam nüfuziyetini sağlamak üzere kök yüksekliği de daha az olacaktır.

Yerde yatay alın kaynaklarında elektrod için en iyi açı, dikeye göre 20 ilâ 30° dir; böylece cüruf sıkışıp içerde kalma tehlikesi asgariye indirilmiş olur. Bazı kaynakçılar, ergimiş cürufu kaynak banyosunun ilerisine süreceği şekilde bir elektrod pozisyonunu yeğliyorlarsa da yukarıdaki şekil tercih edilecektir.

Yatay, dik ve tavan kaynağında, uygulama çelik kaynağında olduğu gibidir. Tavan kaynaklarında ark çok kısa tutulacak, akım şiddeti de yerde yatay kaynağınkinden % 10 kadar aşağı olacaktır. Dik kaynakta elektrod işparçasına az çok dikey pozisyonda olup akım şiddeti yine yerde yatay kaynağının % 10 kadar altına ayarlanacaktır.

2 mm ve daha ince saçta, salıntı gereksiz olup ve her halükârda daha kalın malzemede kök pasosunun dibi gibi yakın bölgelerde bundan kaçınılacaktır.

Eşit malzeme kalınlıktı köşe kaynaklarında eletrod 45° de tutulur. Farklı kalınlıklar halinde ise ark, kalın parçaya daha çok yönelecektir.

Kaynak dikişinin temizlenmesi

Çok pasolu kaynakta tüm dekapan ve cüruf, müteakip paso çekilmeden, temizlenmiş olacaktır. Bitmiş kaynaktan da, özellikle işparçasının yüksek sıcaklıklarda çalışması durumunda cüruf temizlenmiş olacaktır. Cüruf, el aletleri ve el ya da motorlu tel fırça ile kolaylıkla kalkar.

TOZALTI KAYNAĞI

Tozaltı kaynağı, katı eriyik nikel alaşımlarını kaynak etmede kullanılabilir; Monel 400 bu süreçle birleştirilen en yaygın alaşım olmaktadır. 75 mm (3 in) kalınlığa kadar birleştirmeler ASME code'ları ve sair spesifikasyon şartlarına uyacaktır.

Tozaltı kaynağı çökeltme sertleşmeli nikel alaşımlarında kullanılamaz.

Birleşme tasarımı

Nikel alaşımı levhanın tozaltı kaynağı ile birleştirilmesi için bazı birleşme tasarımları Şekil 12'de gösterilmiştir.

Tek karma açık ağızlar, tek ve çift U ağızları 20 mm (3/4 in) ve daha kalın malzemede kullanılır. Çift U ağızı genellikle yeğlenir şöyle ki bakiye gerilme düzeyi daha alçak olur, daha kısa zamanda ve daha az ilâve metal miktarıyla bitirilebilir.

Tek V ağızı, 25 mm (1 in) ye kadar kalınlıkta malzemede kullanılır.

Elektrodlar

Tozaltı kaynağında kullanılan elektrodların bileşimi, TIG ve MIG kaynaklarındakilerin aynıdır. Monel 400 için, uygun bir toz (flaks-dekapan) ile birlikte ERNiCu-7 önerilir.

0.045 ilâ 3/32 in çapında teller, bütün nikel alaşımlarında kullanılabilir. 1/16 in çapında tel genellikle tercih edilir. Küçük çaplı teller 1/2 in'e kadar kalınlıkta malzemeler, 3/32 in çapında teller de daha kalın kesitler içindir.

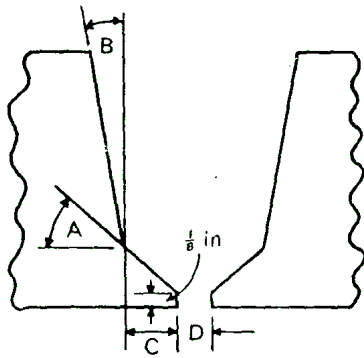
Tozlar

Karbonlu ve paslanmaz çeliklerin tozaltı kaynağında kullanılan tozlar, nikel alaşımların kaynağına elverişli değillerdir. Patentli özel tozlar kullanılmalıdır. Yanlış tozun kullanılması halinde kötü kaynak şekillerine, araya toz sıkışmalarına, dikişte çatlağa götürür.

Sadece arkın açıkta oluşmasını önlemeye yeterli miktarda toz kullanılacaktır; daha fazlası şekli bozulmuş dikiş hasil eder. Araya toz girmesine, uygun bir birleşme tasarımı ve dikişlerin doğru yerleştirilmesiyle engel olunur. Cüruf, kaynak ağzlarının dibinden kolayca kaldırılır. Ergimiş toz, kendiliğinden kalkar ve uzaklaştırılmalıdır. Ergimemiş toz da vakumla alınır ve temiz ise, yeniden kullanılır. Zerreleri ayarlamak için tozun elekten geçirilmesi gerekmez.

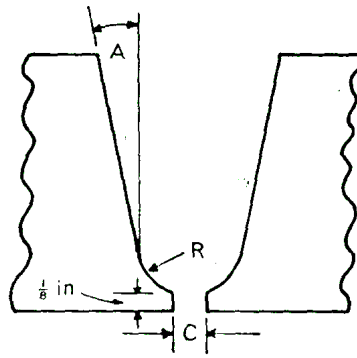
LEVHADA TOZALTI ALIN KAYNAĞI İÇİN GEREKLİ MALZEME

ACI BİRLEŞTİRMESİ



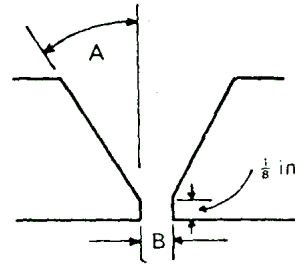
A, °	40	40	50	50	50	40
B, °	10	10	10	15	10	10
C, in	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$
D, in	0	0	0	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$

'U'



A, °	10	10	10	15	15	15	10	10
R, in	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$
C, in	0	0	0	0	0	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$

'V'



A, °	30	35	30
B, in	0	0	$\frac{1}{4}$

Levha kalınlığı, in.

Terkedilen metalin yaklaşık miktarı, lineer ft başına lb

1	2-19	2-74	1-95	2-03	2-87	3-11	1-46	1-77	2-03	1-60	1-90	2-17	2-38	2-69	1-63	1-96	2-55
$1\frac{1}{4}$	3-10	3-56	2-83	2-95	3-98	4-25	2-07	2-47	2-86	2-36	2-73	3-08	3-22	3-62	—	—	—
$1\frac{1}{2}$	4-10	4-84	3-79	4-08	5-17	5-48	2-76	3-25	3-68	3-23	3-68	4-14	4-14	4-63	—	—	—
$1\frac{3}{4}$	5-17	6-16	4-82	5-29	6-43	6-78	3-53	4-12	4-71	4-22	4-76	5-30	5-14	5-73	—	—	—
2	6-33	7-61	5-93	6-62	7-77	8-17	4-37	5-06	5-76	5-34	5-96	6-60	6-21	6-90	—	—	—
$2\frac{1}{4}$	7-56	8-96	7-13	8-10	9-20	9-63	5-32	6-10	6-87	6-58	7-28	7-97	7-39	8-17	—	—	—
$2\frac{1}{2}$	8-90	10-45	8-40	9-68	10-70	11-20	6-33	7-20	8-10	7-94	8-74	9-55	8-63	9-50	—	—	—
$2\frac{3}{4}$	10-28	12-05	9-68	11-40	12-21	12-81	7-40	7-38	9-37	9-41	10-30	11-17	9-93	10-91	—	—	—
3	11-77	13-73	11-18	13-20	13-94	14-53	8-60	9-67	10-70	11-00	12-00	12-90	11-36	12-43	—	—	—
$3\frac{1}{4}$	13-30	15-48	12-72	15-15	15-71	16-29	9-85	11-00	12-20	12-78	13-80	14-80	12-84	13-99	—	—	—
$3\frac{1}{2}$	14-95	17-32	14-00	17-30	17-22	18-17	11-20	12-45	13-70	14-60	15-78	16-90	14-42	15-67	—	—	—
$3\frac{3}{4}$	16-70	19-25	16-00	19-50	19-45	20-15	12-61	13-95	15-30	16-47	17-80	19-00	16-06	17-40	—	—	—
4	18-50	21-00	17-70	21-78	21-38	22-18	14-10	15-60	17-00	18-68	20-00	21-40	17-78	19-28	—	—	—

Şekil: 12 — Kaynak ağzları ve bunları doldurmak için gereken metal miktarları.

Tozlar kuru yerde ambarlanacaklardır. Açılmış kaplar, rutubet girişini önlemek üzere sıkıca kapanacaktır. Rutubet almış tozlar bir saat süreyle 312°C (600°F) de kurutulabilir.

Çelik ve sair malzemeler için toz içermiş olan huniler, nikel alaşımlarının kaynağı için tozla doldurulmadan önce iyice temizlenecektir.

Kaynak akımı

Düz veya ters kutuplu doğru akım kullanılır. Ters kutup, 30 ilâ 33 V gibi daha alçak ark geriliminde alın kaynağında daha derin nüfuziyetli, daha düz dikiş sağlaması itibariyle yeğlenir.

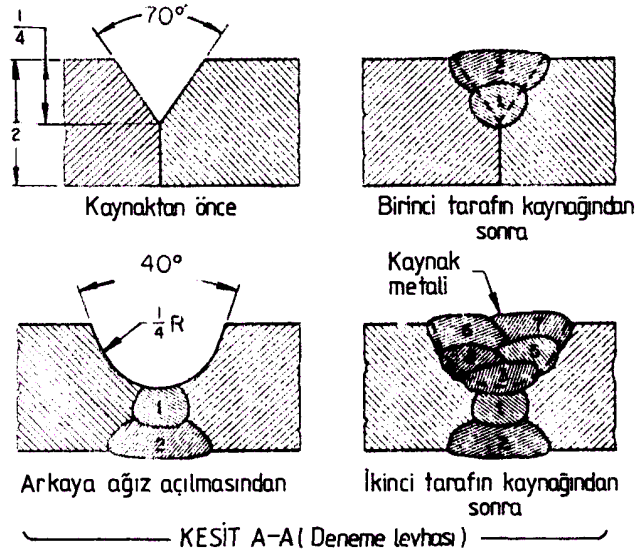
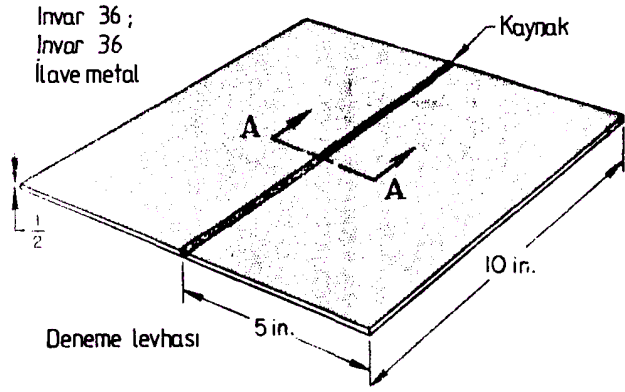
Düz kutup, hafifçe daha yüksek bir metal terketme oranını artmış ark geriliminde (35 V'un üstünde) sonuçlandırır; ancak toz örtüsü hayli daha derin olmalıdır ve dolayısıyla toz sarfiyatı artacağı gibi, araya toz (cüruf) sıkışması tehlikesi de büyür.

Dalgalı akım ve iki tel tekniği halen elde bulunan tozlarla uygun değildir.

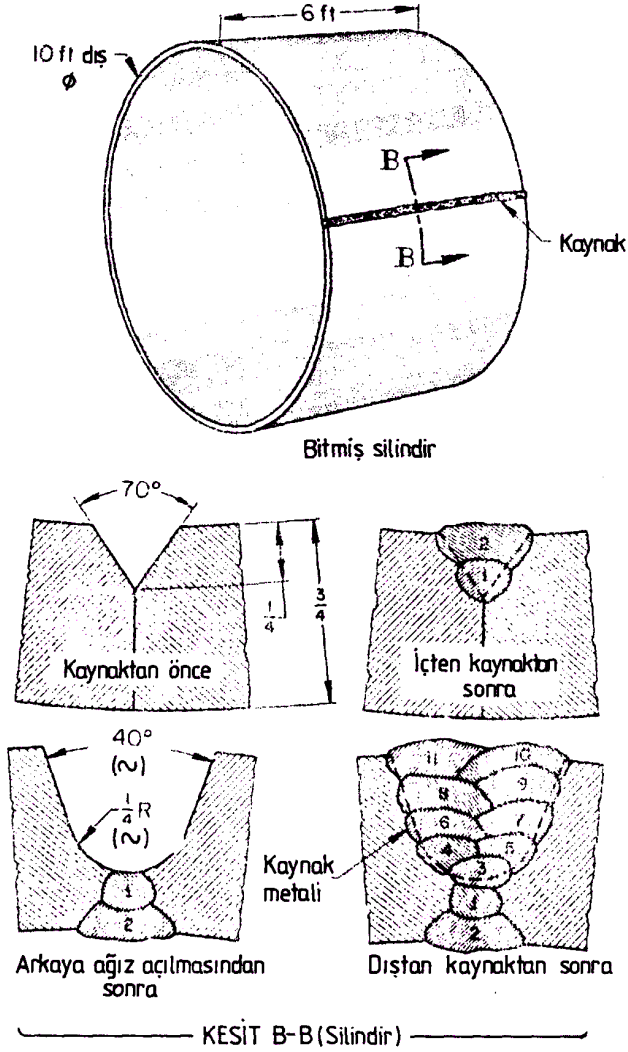
Dikiş terketme

Çok pasolu bir tabakada dikişlerin yerleri müteakip dikişe bir açık, ya da makul ölçüde geniş bir kök alanı bırakacak şekilde seçilecektir. Düz ya da hafifçe dışbükey dikişler, içbükey dikişlere tercih edilir. Dikişin kenarları voltaj, ilerleme hızı ve elektrodun pozisyonu tarafından kontrol edilir *Bir imal örneği*

Invar 36'dan bir büyük basınç kabının tozaltı kaynağı ile imali: Boyutsal stabilitesi bakımından seçilmiş olan Invar 36'dan yapılan silindirin boyu 14.4 m (48 ft), çapı 3.0 m (10 ft) olup cidar kalınlığı 19 mm (3/4") dir. Bu silindir sekiz adet 1.8 (6 ft) boyunda ve Şekil 12'de görüldüğü gibi uzunlamasına kaynak edilmiş silindirin birleştirilmesinden meydana gelmiştir.



Şekil: 12 — Tozaltı kaynağı ile imal edilmiş Invar 36'dan silindir. (Devamı öbür sayfada)



Şekil: 12

İnvar 36 genellikle bu boyutlardaki parçalarda kullanılmadığı için, buna özgü herhangi bir kaynak süreci saptanmamıştı. Bu metali kaynak etmeye uygun tek yöntem olan TIG kaynağı, 1.8 m uzunlukta kaynaklar pahalı bir yöntem olacağından 5"x10" deney levhaları kullanılarak daha hızlı bir yöntem aranmış.

Önce MIG kaynağı denenmiş ama radyografik muayene, dikişte gözeneklik göstermiş. Bunun üzerine tozaltı kaynağına başvurulmuş ve Şekil 12'de görüldüğü gibi, önce deney levasında denedikten sonra silindire uygulanmış. Şekiller, çalışma sırasını yeterince belirtiyor. Elektrod teli de 1/16" ϕ İnvar 36 olup patentli bir Monel tozu kullanılmış. Pasolararası sıcaklık max. 95°C (200°F); 280-300 A, DATK; 34 V gerilim ve dakikada 10 ilâ 15 in kaynak hızı ile çalışılmış.

NİKEL ALAŞIMLARININ ARK KAYNAĞINDA KARŞILAŞILAN HATALAR VE BUNLARIN ÖNLENMESİ

Nikel alaşımlarının ark kaynağında karşılaşılan hatalar ve metalürjik güçlükler gözeneklilik, kükürt ve sair bulaştırıcılar tarafından yüksek sıcaklık gevrekleştirilme eğilimi, yüksek ısı girdisiyle dikişte çatlak ve çalışma sırasında gerilme korozyonu çatlaktır.

Gözeneklilik, oksijen, karbon dioksit, azot veya hidrojenden ileri gelebilir. Örtülü metal-ark ve tozaltı kaynaklarında gözeneklilik, alüminyum ve titanium gibi oksijen ve azota büyük eğilimi olup onlarla stabil birleşikler meydana getiren desoksidan ve nitrür oluşturu elementler içeren elektrodlar kullanmak suretiyle önlenir.

MIG ve TIG kaynaklarında, ergime banyosuna hava girişine engel olunarak gözeneklilik önlenir. Bazen alt taraftan da gaz takviyesi yapılır.

TIG kaynağında, % 20'ye kadar hidrojen karıştırılmış argon kullanmak, gözenekliği önlemede yardımcı olmaktadır. Hidrojen burada temizleyici rol oynar, kaynak banyosunda oluşan hidrojen kabarcıkları içine yayılır (difüze olur). Koruma gazında çok fazla hidrojen, bu kez kendisi gözenekliğe neden olur.

Çatlama. Kaynaklarda sıcak çatlak kükürt, kurşun, fosfor, ya da bismut gibi alçak ergime sıcaklıklı metal bulaşmasının sonucu olabilir; örneğin bismut, yüksek sıcaklıkta ağır gevrekleşmeye götüren tanelerarası filmler oluşturur. Kaynak metalinde sıcak çatlak genellikle bu tür bulaşmalardan ileri gelir. IEB'de çatlak çoğu kez, ana metal yüzeyinden bulaştırıcıların tanelerarasına nüfuz etmelerinden hasıl olur. Talaşlı kaldırma ile işlemede kullanılan çoğu kesme yağında mevcut kükürt, nikel alaşımlarında çatlakın mutlak bir nedenidir.

Kaynak metalinde çatlak, ayrıca yüksek akım şiddeti ve alçak kaynak hızının sonucu olan aşırı ısı girdisinden de meydana gelebilir (Şekil: 11). Keza işparçasının gereksiz tespiti de yine çatlakla götürebilir.

Gerilim korozyonu çatlakları. Nikel ve nikel alaşımları genellikle ne kaynak metalinde, ne de IEB'de normal korozyon mukavemetini etkileyen bir metalürjik değişikliğe uğrarlar; ama yoğun kostik soda, flüosilikat ve bazı civa tuzları gibi maddelerle çalışma sırasında temas halinde bulunacak olurlarsa, kaynak gerilme korozyonu çatlakından kaçınmak için gerilim giderme işlemine tabi tutulacaktır.

Cürufun kaynak metaline etkisi. Örtülü elektrodlardan kaynak yüzeyindeki cüruf, normal olarak işparçasının çalışma ömrüne olumsuz etki yapmaz. Dikişler arasına cüruf sıkışması, kaynağın mukavemetini azaltır. Çalışma sıcaklığı cürufun ergime noktasına yaklaşırsa, kaynak yüzeyinde mevcut olması halinde cüruf, ağır korozyona neden olur ve bu, özellikle oksijen içeren atmosferlerde çok belirgindir.

Keza cüruf, özellikle redükleyici atmosferlerde, bir kükürt biriktiricisi rolünü oynar ve bu, kükürttten uygun bir ölçüde arındırılmış atmosferlerde çalışma sırasında kırılmaya götürebilir. Örneğin bir atmosferde sadece % 0.01 kükürt mevcutken, kaynak yüzeyinde bulunan cürufun kükürt içeriği, bir aylık temas sonunda % 0.02'den % 2-3'e yükselmiştir. Kükürt kapılması sonucu cürufun ergime sıcaklığı düşer ve böylece de kaynaklı parçanın emniyetle çalışacağı sıcaklık da alçalmış olur.

FARKLI METALLARIN BİRLEŞTİRİLMESİ

Nikel ve alaşımlar başka nikel alaşımlarıyla, alçak karbonlu çelikle, paslanmaz çelik ve bakır 260 alaşımı (kovan pirinci) ile başarılı olarak birleştirilmiştir.

İlave metal seçiminde birkaç etken dikkate alınacaktır: ana metallerin ısıl genleşmelerinde farklar; yüksek sıcaklıkta uzun süre çalışmadan sonra sürekli hacim değişimleri olasılığı; ana metalin yüzeyaralarında kaynak metalini karışmasının etkisi.

İyi bir metalürjik birleşmeye bir örnek, nikelin Monel'e kaynağıdır. Bu metaller birbirlerine tamamen uygun olduklarından bunlar aralarında herhangi bir kaynak süreci ve uygun ilave metalla birleştirilebilirler.

Kaynak metalinin karışması

Nikel esaslı bir alaşıma farklı bir metalin karışmasına ancak sınırlı ölçüde izin verilir. Monel'in bir austenitik paslanmaz çeliğe kaynağında, paslanmaz çelik ilave metalini kullanılacak olursa, Monel'den kapılacak herhangi önemli miktarda bir bakır, kaynak metalini sıcak çatlağa götürecektir. Dolayısıyla de, kaynak sürecinin büyük miktarda karışma meydana getirmesi halinde, paslanmaz çelik ilave metalini kullanılmayacaktır. Monel ilave metalini de burada kullanılmaz şöyle ki bu kez paslanmaz çelikten kapılacak krom, kaynak metaline karışacak ve onu çatlamaya götürecektir. En iyisi bir nikel veya bir Inconel ilave metalini olmakla birlikte bunların herhangi biri ancak kaynak sürecinin uygunluğu deneyle saptandıktan sonra kullanılacaktır.

İlave metal. İlave metalini çatlamaya duyarlılığı karışma miktarı ile orantılı olup özellikle ana metalla ilave metalini bileşimleri arasında önemli farkların bulunması durumunda bu duyarlılık fazla olur.

Bazı ana ve ilave metaller arasındaki birleşikler, istenmeyen kaynak metalini bileşiklerini hasil ederler. Örneğin:

1-Nikel, krom ve bakırın karıştığı bir ferritik kaynak metalini.

2-% 3'ten fazla bakırın karıştığı bir 18/8 paslanmaz çelik kaynak metalini.

3-Nikel ve/veya kromun, çatlağa hassas bir % 35 nikel ve % 15 krom bileşiminde bir kaynak metalini hasil edecek şekilde karıştığı bir 18/8 tipinde kaynak metalini.

4-Demirin karıştığı bir yüksek karbonlu Monel kaynak metalini.

5-% 6 ilâ 8 den fazla kromun karıştığı herhangi bir Monel kaynak metalini.

Arkın başlıca, ilave metalinkine en yakın bileşimde olan ana metala yöneltilmesi, karışmayı azaltmaya yardımcı olur.

Bazı Inconel serisi (ENiCr, ENiCrFe, ERNiCr ve ERNiCrFe) elektrodlar ve ilave metal çubukları-telleri geniş bir ana metal birleşim yelpazesini kaynak etmede kullanılabilirler. Bu elektrod ve çubuklar, mukavemet ve süneklik kaybı olma dan epey miktar karışmaya tahammül ederler. ERNiMo-6 (Hastelloy W) ilave meta çubuğu-teli nikel esaslı alaşımları, kobalt esaslı alaşımları ve paslanmaz çelikleri kendileriyle ve başka metal ve alaşımlara birleştirmede kullanılabilir.

Kaynak süreçleri. Farklı nikel alaşımı birleşimlerini birleştirmede TIG kaynağı kullanılabilir. Farklı metallerin MIG kaynağı ile birleştirilmelerinde, püskürtme ve pulslu ark metal geçiş türü kullanılacaktır.

Örtülü elektrodla nikel alaşımlarının farklı metalara kaynağına geniş ölçüde başvurulur. Akım şiddeti, karışmayı kontrol amacıyla, elektrod için önerilen aralığın ortalarında olacaktır. Karışma mutlak olarak, ark kuvveti daha önce terkedilmiş kaynak metali üzerinde dağılacak şekilde elektrodu idare ederek % 25'in altında tutulabilir. Birinci dikiş çekildiğinde ark, karışması kaynak metaline en az zarar verecek ana metala yöneltilecektir. Kaynak metalinin ana metal tarafından "sulandırılması" nı hasıl eden nüfuziyetin miktarını azaltacak kaynak süreçleri, iyi bir kaynak sağlama olasılığını artırır.

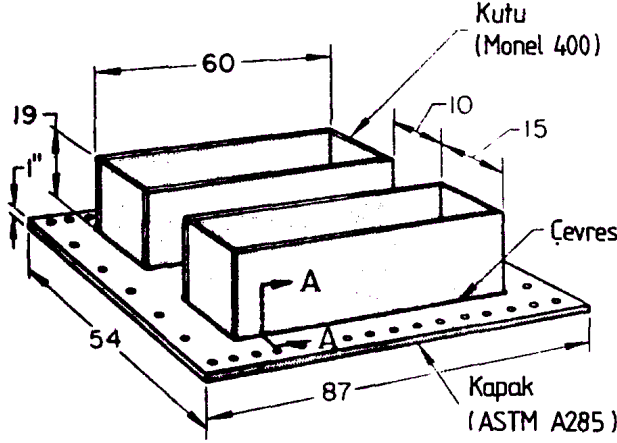
Aşağıdaki örnekte Monel 400 levhalar, alçak karbonlu bir çelik levhaya kaynak edilmişler. Aşırı karışmadan hasıl olmuş çatlaklar, dikişlerin çekiliş şeklinin değiştirilmesiyle; krater çatlakları da dikişin sonunda ve arkı söndürmede gösterilen beceri ile önlenmiştir.

Örnek: Bir flüorür generatörü için bir Monel 400 kutunun bir alçak karbonlu çelik (ASTM A285) kapak levhasına kaynağı, kaynak metalinin çatlama ve kapak levhasının peçlemesiyle sonuçlanmış. Monel 400 kutular, korozyona uğramış alçak karbonlu çelik kutuların yerini alacaktır.

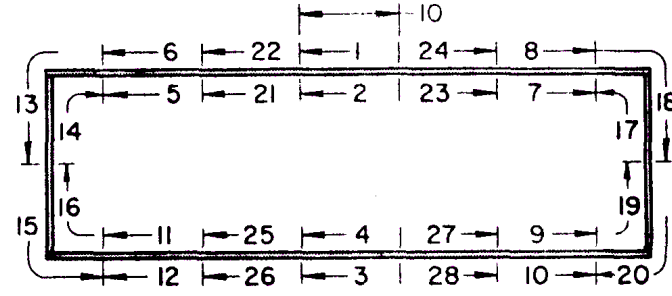
Sonunda uygulanan süreç Şekil 13'de az çok ayrıntılarıyla gösterilmiştir.

	İlk yöntem	İslah edilmiş yöntem
Paso sayısı:		
Monel'den Monel'e	1	1
Monel'den çeliğe	5	3
Elektrod:		
Monel'den Monel'e	5/32'' ϕ ENiCu-4	5/32'' ϕ ENiCu-4
Monel'den çeliğe	5/32 ϕ ENiCu-1	3/16'' ϕ ENiCu-1
Akım generatörü	DA, 400 A	DA, 400 A
Kaynak akım şiddeti:		
Monel'den Monel'e	130 A, DATK	130 A, DATK
Monel'den çeliğe	154 A, DATK	145-150 A, DATK
Gerilim giderme	1 sa, 625 \pm 5°C	1 sa, 625 \pm 5°C
Sızdırmazlık testi (a)	red	kabul
Kapak başına kaynak süresi	40 sa	25 sa

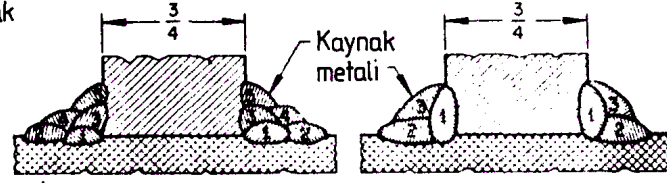
MONEL 400'ün MONEL 400'e kaynağı,
Nikel alaşımı ilave metal (ENiCu-4);
Monel 400'ün alçak karbonlu çeliğe (ASTM A285) kaynağı,
Nikel alaşımı ilave metal (ENiCu-1)



a) Kaynaklı iş parçası



b) Dikiş terketme sıra ve yönü



c) İlk dikiş sırası

d) İslah edilmiş sıra

KESİT A-A

Şekil: 13 — Örtülü elektrodla imal edilmiş ve Monel 400'ün Monel 400 ve alçak karbonlu çeliğe (ASTM A285) kaynak edildiği flüorür generatörü kapağı.

	İlk yöntem	İslah edilmiş yöntem
Kaynak nüfuziyeti:		
1. dikiş	çeliğe 1/16 in	Monel 400'e 1/8 in, çeliğe 1/64
2. dikiş	çeliğe 1/16 in	çeliğe 1/32 in
3. dikiş	Monel 400'e 1/16 in	Monel 400'e 1/32 in
4. dikiş	Ana metalda yok	...
5. dikiş	Monel 400'e, 1/32	...
Kaynak metalinde demir (b)		
1. dikiş	% 30	% 7
2. dikiş	% 30	% 10
3. dikiş	% 20	% 4
4. ve 5. dikişler	% 7	...

(a) Helium kitle spektrometresi, iç vakum 0.025 mm Hg

(b) Bir ENiCu-1 elektrodunda nominal bakır içeriği % 2.5 dir.

DİRENÇ KAYNAĞI

Nikel alaşımları direnç kaynağıyla kolayca birleştirilirler. Uygulanabilen süreçler nokta kaynağı, kabartı (projection) kaynağı, dikiş kaynağı ve flaş (kıvılcımlama) kaynağıdır. İlk üçü sadece bindirme birleştirmesine elverişlidir (ince saç ve bandlar). Bindirme tipi birleştirmede saçlar arasında esasta bir gedik mevcut olur ki bu, bir gerilme yükseltici olarak davranır ve çalışma sırasında yorulma ve korozyon mukavemetinin etken olduğu durumlarda sıkıntı kaynağı olur. Flaş kaynağında böyle bir gedik-yarık bulunmaz.

Nikel alaşımlarının birçok karakteristiği, kullanılan süreç üzerinde etkili olacaklardır. Örneğin 20°C'ta Inconel 625'in elektriksel rezistivitesi, Nikel 270'inkinin yaklaşık 15 katıdır. Isıl genişleme katsayısı göreceli olarak düşük olup karbon çeliğine yaklaşıyor. Bu itibarla, kaynaktan ileri gelen peçleme, karbon çeliğinde rastlanandan kadardır.

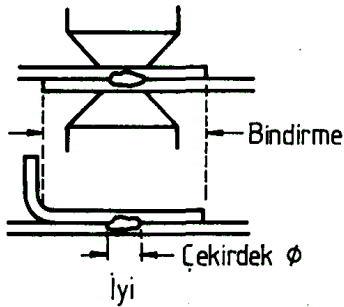
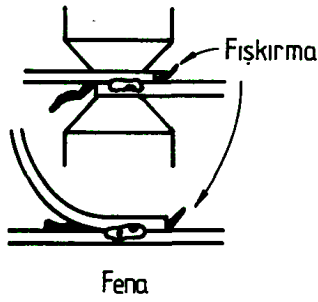
Yüzeyde oksitler, yağ, gres, boya ve kir, yüksek dirençleri dolayısıyla bir güçlük menbaı olmaktadır. Temiz olmayan yüzeylerin sonucu olarak fena elektriksel temas, kaynak elektrodu ve işparçası yüzeyinin fazla ısınmasına götürür. Elektrod ucu yanmaları, yüzey püskürmeleri ve aşırı elektrod aşınmaları, işbu fazla ısınmanın sonucu olur.

Nokta kaynağı

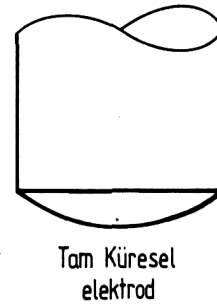
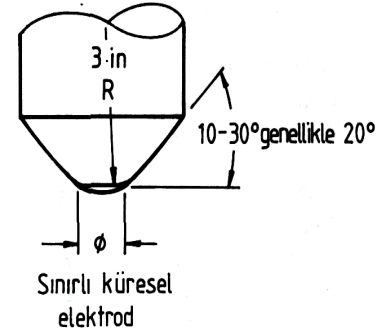
Tasarım mülâhazaları

Bindirme, müsaade edilen minimum nokta arası mesafe ve sair kaynak koşulları başlıca üç malzeme tipi için aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Öbür alaşımlar ve de farklı metalların kaynak koşulları yine aşağıdaki tablolarda verilmiştir.



Şekil:13 Uygun bindirme için önerilen nokta kaynağı tasarımı.



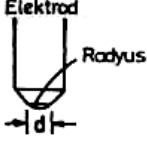
Şekil:14- Önerilen sınırlı küre takkesi elektrod şekli

TAVLANMIŞ SACIN NOKTA KAYNAĞI İÇİN ÖNERİLEN KOŞULLAR

Kalınlık in.	Elektrod ϕ in.		Elektrod kuvveti lb	Kaynak süresi saykl	Kaynak akımı amper
	tepeden	dipte			
NIKEL 200					
0-005	$\frac{5}{32}$	$\frac{5}{32}$	100	3	7100
0-010	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	130	3	11 800
0-015	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	250	3	12 300
0-021	$\frac{5}{32}$	$\frac{5}{32}$	370	4	7800
0-031	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	900	4	15 400
0-063	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	1720	6	21 600
0-094	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{16}$	2300	12	26 400
0-125	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	3300	20	31 000
MONEL 400					
0-005	$\frac{5}{32}$	$\frac{5}{32}$	220	2	5000
0-010	$\frac{5}{32}$	$\frac{5}{32}$	270	2	7200
0-015	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	300	2	8600
0-021	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	300	12	6200
0-031	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	700	12	10 500
0-063	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{16}$	2700	12	15 300
0-093	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	2760	20	22 600
0-125	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	5000	30	30 000
INCONEL 600					
0-005	$\frac{5}{32}$	$\frac{5}{32}$	300	2	7000
0-010	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	320	4	7500
0-015	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	360	6	7600
0-021	$\frac{5}{32}$	$\frac{5}{32}$	300	12	4000
0-031	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	700	12	6700
0-063	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{16}$	2070	12	12 000
0-093	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	3870	20	15 000
0-125	$\frac{7}{16}$	$\frac{7}{16}$	5270	30	20 100

min. temas bindirmesi in.	min.kaynak aralığı in.	Ergimiş bölge ϕ in.	Ortalama yırtılma yükü lb	min. yırtılma yükü lb
$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	0-10	40	30
$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	0-12	170	135
$\frac{1}{4}$	$\frac{7}{16}$	0-12	225	180
$\frac{5}{16}$	$\frac{9}{16}$	0-12	440	350
$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{8}$	0-18	950	760
$\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{2}$	0-25	3000	2400
$\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	0-31	4500	3600
$\frac{7}{8}$	$2\frac{1}{4}$	0-37	7000	5600
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	0-10	70	55
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	0-12	180	145
$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	0-13	310	250
$\frac{5}{16}$	$\frac{7}{16}$	0-13	560	450
$\frac{3}{8}$	$\frac{5}{8}$	0-17	1056	845
$\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{8}$	0-31	2584	2060
$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{4}$	0-37	4860	3880
$\frac{7}{8}$	$1\frac{5}{8}$	0-47	7300	5850
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	0-11	90	70
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	0-12	220	175
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	0-12	370	295
$\frac{5}{16}$	$\frac{7}{16}$	0-12	680	545
$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$	0-18	1150	920
$\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{8}$	0-31	3450	2750
$\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{16}$	0-37	5500	4400
$\frac{7}{8}$	$1\frac{3}{16}$	0-44	8000	6400

**INCONEL X-750 SACIN NOKTA KAYNAĞI İÇİN ÖNERİLEN KOŞULLAR
(TEK FAZLI DONANIM)**

Malzeme kalınlığı in.			Kaynak süresi sayıl	Elektrod kuvveti lb	Kaynak akımı amper	Çekirdek Ø in.	Nüfuziyet %
	R, in.	d, in.					
0-010	6	$\frac{1}{8}$	2† 2-4‡	300 270-330	7300 7000-7750	0-11 0-11-0-12	45
0-015	6	$\frac{3}{8}$	4† 2-6‡	400 350-450	7400 7000-7800	0-11 0-10-0-12	45
0-021	6	$\frac{1}{4}$	6† 6-8‡	750 650-850	7500 7100-7900	0-14 0-12-0-14	35
0-031	6	$\frac{3}{8}$	8† 6-10‡	1750 1600-1900	9900 9500-10 200	0-17 0-14-0-18	35
0-062	10	$\frac{1}{4}$	14† 10-16‡	4400 4200-4700	16 350 15 500- 17 250	0-29 0-27-0-30	45
0-064 - 0-125	6	$\frac{1}{8}$ (ince taraf)	22†	6000	15 000	0-32	20 (ince) 60 (kalın)
	10	$\frac{3}{8}$ (kalın taraf)	18-26‡	5700-6400	14 000- 16 000	0-30-0-33	15-30 (ince) 50-80 (kalın)

"Bütün malzemelerin kontak yüzey direnci 30-70 microm

t Optimum

Mü sade edilen ara

Bütün malzemeler tavllanmış veya eriyik işlemine tabî tutulmuş halde.

Sayfa 803 'deki tabloda gösterilen tek nokta kaynaklarının minimum yırtılma mukavemetleri, statik yüke tabî işparçalarının tasarımında kullanılabilirler. Bu değerler, fiilî olarak deneylerde elde edilen değerlerin % 80'ine yuvarlatılmıştır (ortalama yırtılma mukavemeti). İşparçasının yorulmaya tabî olması halinde ise, tasarım gerilmesi, minimum yırtılma mukavemetinin % 20'sini geçmeyecektir.

Burulmaya tabî olabilecek bir parçayı bağlamada en az iki nokta kaynağı kullanılacaktır.

BAZI NIMONIC ALAŞIMLARININ NOKTA KAYNAĞI İÇİN ÖNERİLEN KOŞULLAR

MALZEME		Malzeme kalınlığı s.w.g.	Elektrod ϕ , tepe ve dip in.	Elektrod kuvveti lb.	Kaynak süresi saykl	Kaynak akımı amper
NIMONIC	75	16	0.25	2000	20	8800
		18	0.25	1500	15	6200
		22	0.1875	1000	10	6000
NIMONIC	80A	16	0.25	2500	20	7850
		18	0.25	2000	25	7700
		22	0.1875	750	10	5500
NIMONIC	90	16	0.25	2500	45	6300
		18	0.25	2250	20	7400
		22	0.1875	750	10	5800
NIMONIC	263	16	0.25	3250	30	7490
		16	0.25	3000	35	7700
		22	0.1875	1250	12	6240
NIMONIC	PK33	16	0.20	3500	35	6000- 6900
		22	0.20	1500	12	5400- 5900

Bütün malzemeler tavllanmış veya eriyik işlemlidir.

Donanım mülâhazaları

Distorsiyon ve elektrodun mantarlaşması (başının yayılması) vaki olduğunda basınç fazla yüksek olur. Kaynakta, püskürme, çatlama ve gözenek eğilimi de basıncın alt sınırının işaretidir. Herne kadar yüksek nikel alaşımlarının nokta kaynağı için yüksek basınca gerek varsa da, bu basıncın çoğu yay, hava veya sıvı basıncından meydana getirilmiş olmalı ki çok kısa süreler içinde büyük kitlelerin hareketi sırasında atalet etkileri asgaride tutulabilmiş olsun.

Akım geçişi süresi hassas olarak kontrol edilecektir. Kalın malzemede kısa sürenin kullanılması yüksek akım şiddetine gerek gösterir ve genellikle püskürme, yüzey yanması ve güvenilmez mukavemetle sonuçlanır.

Buna karşılık aşırı ölçüde uzun akım geçiş süresi distorsiyon, elektrod mantarlaşması ve kararsız mukavemet hasil eder. Tablolar, çeşitli malzemeler için önerilen süreleri vermektedirler. Birleşecek saçların incesi, makina ayarının seçiminde esas alınır.

Nikel alaşımları için akım gereksinimleri az çok çeliğinkilerle aynıdır.

Akım şiddeti mutlak olarak belli bir iş için makinanın ayarına karar verilirken saptanacak en sonuncu değişkendir. Basınç ve süre yukardaki tablolar gibi rehberlerden ya da geçmiş deneylerden seçilir ve akım, önce yapışma, sonra çekirdek teşekkülü başlangıcı ve nihayet püskürme hasil eden bir değer aralığında değiştirilir. Nihâî seçim, püskürme meydana getirecek ama az çok ilk çekirdek teşekkülü vaki olacak gibi yapılır.

Normal olarak nokta kaynağında her iki elektrod aynı bileşimde, yani aynı iletkenliği haiz olur. Ama bazen, aynı metaldan farklı kalınlıkların, ya da farklı metallerin birleştirilmesinde, farklı iletkenliğe sahip elektrodların kullanılması gerekli olur.

Elektrod için önerilen şekil, Şekil 11'deki sınırlı küre takkesi olup bu, düz, kesik koni elektrodan daha kolay ayarlanır ve kolların hafif sapmalarına müsaade eder. 1/8'in kalınlığa kadar malzeme için 3 in yarıçap iyi bir ortalama olarak seçilmiştir. Daha kalın (0.062 ilâ 0.125 in) malzeme için bazen düz yüzü veya 5 ilâ 8 in yarıçaplı takkeyi haiz elektrod tercih edilir şöyle ki daha geniş bir çekirdek hasil eder ve dolayısıyla de belli bir makina ayarıyla daha büyük yırtılma mukavemeti hasil olur.

Sert malzemelerde koninin açısı önemsiz olup iyi bir görüş için 30° ye kadar olabilir. Mamafih tavllanmış Nikel 200 gibi bir yumuşak malzemeyle bir mekanik kilitleme şeklinde bazı yapışmalarla karşılaşılacaktır. 10° lik bir küçük açı bu yapışmayı yok etmede yardımcı olur. Elektrod uçlarının veya disklerinin işleme sertleşmesi ve cilâlı bir parlatılması da yine yapışmayı asgariye indirmede yararlı olur.

Alüminyum kaynağında kullanılanlar gibi tam takkeli elektrodlar, yüksek nikel alaşımları için kullanılmayacaktır: uygun olmayan döğme, gözeneklilik ve çatlak meydana gelebilir.

Kaynak süreci

Yukardaki tablolar türünden veri listeleri, sınırlı sayıda çökelme sertleşmeli (yaşlandırma sertleşmeli) alaşımlar (Inconel X-750 ve bazı Nimonic alaşımları) için mevcuttur. Bunlar genellikle tavllanmış ve eriyik işlemleri koşulda, katı eriyik alaşımlarınıninkisiyle az çok aynı makina ayarlarında, ama daha fazla basınç ve bir miktar daha az akım şiddetli kullanarak kaynak edilebilirler. Çatlama genellikle bu alaşımları, çökelme sertleşmeli halde kaynak etmeye girişmekten ileri gelir. Çekirdek, katı eriyik alaşımdakiyle az çok aynı boyutta ama yırtılma mukavemetleri, kaynaklı hal koşulunda daha yüksek olur. Daha sonra uygulanacak bir yaşlandırma sertleşmesi, yırtılma mukavemetini yaklaşık % 50 kadar artırır.

Inconel X-750 direnç kaynaklı birleşmelerin yaşlandırma sertleşmesinden önce, hızlı bir gerilim gideme işlemini gerektirir.

Çapraz tel kaynağı için önerilen koşullar.

Malzeme	Tel Ø in.	Elektrod basıncı lb	Kaynak süresi saykl	Akım amper
NIKEL 200	$\frac{1}{16}$ - $\frac{1}{16}$	90	2	2000
	$\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{8}$	180	3	4500
	$\frac{3}{16}$ - $\frac{3}{16}$	360	6	7000
	$\frac{1}{16}$ - $\frac{1}{8}$	90	2	2200
	$\frac{1}{16}$ - $\frac{3}{16}$	90	2	2400
	$\frac{1}{8}$ - $\frac{3}{16}$	180	6	5000
MONEL 400	$\frac{1}{16}$ - $\frac{1}{16}$	100	2	1630
	$\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{8}$	200	3	3700
	$\frac{3}{16}$ - $\frac{3}{16}$	400	6	5700
	$\frac{1}{16}$ - $\frac{1}{8}$	100	2	1790
	$\frac{1}{16}$ - $\frac{3}{16}$	100	2	1950
	$\frac{1}{8}$ - $\frac{3}{16}$	200	3	4050
INCONEL 600	$\frac{1}{16}$ - $\frac{1}{16}$	125	2	1050
	$\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{8}$	250	3	2300
	$\frac{3}{16}$ - $\frac{3}{16}$	500	6	3600
	$\frac{1}{16}$ - $\frac{1}{8}$	125	2	1100
	$\frac{1}{16}$ - $\frac{3}{16}$	125	2	1200
	$\frac{1}{8}$ - $\frac{3}{16}$	250	3	2500

BAZI BİRBİRİNDEN FARKLI METALLERİN NOKTA KAYNAĞI İÇİN ÖNERİLEN KOŞULLAR

Malzeme bileşimi	Kalınlık in.	Elektrod Ø in.	Elektrod kuvveti lb.	Kaynak süresi saykl	Akım şiddeti amper	min. bindirme in.	min. kaynak aralığı in.	Ergimis bölge Ø in.	Kesme mukavemeti lb.
Nikel 200 ile ; Yumuşak çelik	0-063	$\frac{3}{16}$	1500	8	16 200	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	0-25	2200
Alçak alaşım çeliği (EN 100E)	0-063	$\frac{3}{16}$	1500	8	14 500	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	0-25	2350
18-8 Paslanmaz çelik	0-063	$\frac{3}{16}$	1800	10	16 000	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	0-25	2700
MONEL 400	0-063	$\frac{3}{16}$	2000	10	20 000	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	0-28	2900
INCONEL 600	0-063	$\frac{3}{16}$	2500	10	15 500	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	0-26	2750
MONEL 400 ile Yumuşak çelik	0-063	$\frac{3}{16}$	1600	12	17 500	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	0-25	2300
Alçak alaşım çeliği (EN 100E)	0-063	$\frac{3}{16}$	1600	12	16 800	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	0-25	2450
18-8 Paslanmaz çelik	0-063	$\frac{3}{16}$	1800	12	16 000	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	0-25	2800
INCONEL 600	0-063	$\frac{3}{16}$	2300	12	15 500	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	0-25	3000
INCONEL 600 ile Yumuşak çelik	0-063	$\frac{3}{16}$	1600	12	17 000	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	0-23	2200
Alçak alaşım çeliği (EN 100E)	0-063	$\frac{3}{16}$	1600	12	16 000	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	0-25	2300
18-8 Paslanmaz çelik	0-063	$\frac{3}{16}$	2500	13	14 000	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	0-28	2950
18-8 Paslanmaz çelikte Yumuşak çelik	0-063	$\frac{3}{16}$	1600	12	18 000	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	0-25	2170
Alçak alaşım çeliği (EN 100E)	0-063	$\frac{3}{16}$	1600	12	17 500	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	0-26	2400

Yetersiz basınç kullanıldığında çökelme sertleşmeli alaşımların nokta kaynağında bazı çatlaklar meydana gelebilir. Basıncı artırmak suretiyle bu çatlak yok etmek mümkün olmadığı takdirde, uzun kaynak süresi veya kaynak akım şiddetinin miktarından bir miktar azaltılmış kaynak sonrası akımın bir pulsü, çatlak yok etmede yardımcı olacaktır.

Kabartı (projection) kaynağı

Çapraz tel kaynağı, nikel ve nikel alaşımları tellerinden kafes tel ve dekapaj ve ısı işlem teçhizatının imalinde mutad olarak kullanılır. Düz elektrod önerilir.

Dikiş kaynağı

Genel direnç kaynağı (özellikle nokta kaynağı) çerçevesinde mutad olan prensip ve kaideler ışığında aşağıdaki tablolar, dikiş kaynağına da ışık tutmaktadır.

Kaynak hataları

Dikiş kaynağındaki hatalar genellikle nokta kaynağındakilerin aynı olup aynı şekilde önlenirler.


Ancak burada bir yeni değişken olarak disk-elektrodun hızı devreye girmiş olmasıyla bir yeni hata bahis konusu olabilmektedir: noktaların aralığı, yani birbirlerinden mesafeleri. Bir gaz sızdırmaz dikiş istendiğinde, noktaların birbirlerine yeterince binmiş olmaları gerekir; bunun için de daha geniş bir nokta elde etmek üzere akım şiddeti artırılarak bu bindirme sağlanır; bu arada diskin hızı azaltılarak nokta mesafeleri azaltılır, akımın kesiklik ("off") süresi azaltılır veya bunların bir kombinasyonu uygulanır.

Dikiş kaynağının denenmesi

Bir dikiş kaynağının mukavemetinin nadiren önemli olmasına karşın bunun sızdırmazlığı esastır. Bu itibarla dikiş kaynaklarının çoğu basınçlı sızdırmazlık deneyine tabi tutulur. Bunun en basit şekli, yastık deneyi (Şekil 15) olup bunda iki düz sac, bir kapalı kap teşkil edecek gibi çevresel olarak "dikilir." Bu sacların birine bir delik delinir ve buna dış çekilerek, ya da sertlehimleyerek bir irtibat borusu tespit edilir. Basınçlı su bu fittingsten içeri sevk edilir ve yastıklanma başlar.

Dikiş kaynağının hatalı olması halinde saclar pratik olarak hiçbir şekil değiştirme arzetmeden hava kaçıracaktır. İyi bir kaynakta ise yastık, şişecektir.

MONEL 400'ÜN DİKİŞ KAYNAĞI İÇİN ÖNERİLEN KOŞULLAR

Ayar değişkenleri	Elektrod şekli	Elektrod kuvveti lb	Kaynak değişkenleri				Ergime durumu				
			Zamanlama saykılı kapalı	Zamanlama saykılı açık	Kaynak aralığı in. basına kaynak	Disk hızı in./dak.	Kaynak akımı amper	Ergimiş bölge genişliği in.	Kaynak bindirme %	Kaynak nüfuziyeti %	Optimum
Kalınlık ve geçiş in. - s. w. g.		2500	8	12	9	20	19 000	0-17	10	35	Optimum
		2400-2600	6-10	8-15	7-11	—	16 000-21 000	0-0-0-25	0-15	0-40	Müsade edilir aralık
0-062-16	$d = \frac{1}{8}$ in $R = 6$ in	700	4	12	12	19	10 000	0-15	20	40	Optimum
		600-800	3-6	8-15	10-14	—	8500-11 000	0-0-0-18	0-25	0-45	Müsade edilir aralık
0-031-22	$d = \frac{1}{8}$ in $R = 6$ in	500	3	12	11	22	9500	0-15	10	35	Optimum
		500-700	2-4	8-15	10-12	—	8000-10 000	0-0-0-18	0-15	0-40	Müsade edilir aralık
Elektrodlar takviyesiz 0-021-25	$d = \frac{1}{8}$ in $R = 6$ in	500	2	6	12	38	3700	0-15	20	40	Optimum
		400-600	1-3	4-8	10-14	—	7200-8950	0-0-0-18	0-25	0-50	Müsade edilir aralık
Elektrodlar takviyeli 0-021-25	$d = \frac{1}{8}$ in $R = 6$ in	300	1	3	12	75	7600	0-10	15	35	Optimum
		250-350	$\frac{1}{2}$ -1 $\frac{1}{2}$	2-4	11-13	—	6800-7800	0-0-0-11	0-20	0-40	Müsade edilen aralık
Elektrodlar takviyeli 0-010-32	$d = \frac{1}{8}$ in $R = 3$ in	200	1	3	12	75	5300	0-09	15	30	Optimum
		150-250	$\frac{1}{2}$ -1 $\frac{1}{2}$	2-4	11-13	—	4800-5300	0-0-0-10	0-20	0-35	Müsade edilen aralık

INCOHEI X-750 SACIN DİKİŞ KAYNAĞI İÇİN ÖNERİLEN KOŞULLAR (TEK FAZLI DONANIM)

Malzeme kalınlığı in.*	Makara yarıçap in.	Makara ϕ in.	Elektrod kuvveti lb	Zamanlama saykılı Kapalı	Zamanlama saykılı Açık	Kaynak hızı in./dak.	Kaynak akımı amper	Ergimiş bölge genişliği in.	Aralık nokta/in.	Kaynak nüfuziyet %	
0-010	$\frac{1}{8}$ -3	9	Optimum	400	1	3	45	3600	0-11	20	30-45
			Müsade edilir	350-450	$\frac{1}{2}$ -1 $\frac{1}{2}$	2-3	28-63	3200-4000	19-22		
0-015	$\frac{1}{8}$ -3	9	Optimum	700	2	4	36	3900	0-12	17	30-45
			Müsade edilir	625-775	1-2	3-6	21-56	3600-4200	16-19		
0-021	$\frac{1}{8}$ -3	9	Optimum	1400	3	6	30	8000	0-14	14	30-45
			Müsade edilir	1250-1550	2-4	5-8	20-43	7700-8400	12-16		
0-031	$\frac{1}{8}$ -3	9	Optimum	2300	4	8	30	8500	0-17	10	30-50
			Müsade edilir	2100-2500	3-5	5-10	19-40	8100-8900	9-12		
0-062	$\frac{1}{8}$ -8	8	Optimum	4000 min	8	16	12-5	10 300	0-18	12	30-65
			Müsade edilir		7-9	15-28	8-15	10 000-10 600	11-13		

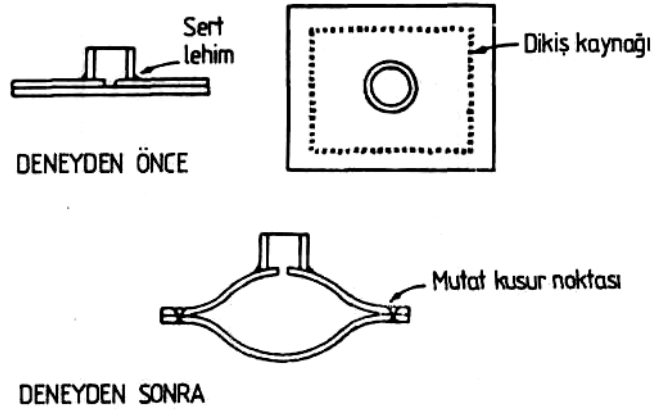
* Kontak yüzey direnci 30-70 microhm

BAZI NİHONIC ALAŞIMLARIN ADIM ADIM DİKİŞ KAYNAĞI İÇİN KAYNAK KOŞULLARI

Malzeme	Geyç	Elektrod iz genişliği in.	Elektrod kuvveti lb	Kaynak hatvesi nokta/in.	Kaynak hızı in/dak.	Kaynak süresi saykl	Döğme süresi saykl	Geri dönme süresi saykl	Kaynak akımı amper	Akım toleransı %	
NIMONIC	75	22	$\frac{7}{8}$	1000	15	6-0	10	9	13	6500	+4 -4
		16	$\frac{1}{4}$	3000	6	9-5	17	14	23	7200	+5 -5
		16	$\frac{1}{4}$	2500	15	6-0	17	3	14	10 500	+5 -15
NIMONIC	80A	22	$\frac{7}{8}$	1500	15	10-0	10	2	7-5	6500	+10 -3
		16	$\frac{1}{4}$	2500	6	5-0	35	33	35	7800	+5 -8
NIMONIC	90	22	$\frac{7}{8}$	1500	15	10-0	10	2	7-5	6700	+7 -3
		16	$\frac{1}{4}$	2750	6	5-0	35	33	35	8200	+7 -5

BAZI NIMONIC ALAŞIMLARIN DİKİŞ KAYNAĞI İÇİN KAYNAK KOŞULLARI

Malzeme	Geyç	Elektrod iz genişliği in.	Elektrod kuvveti lb	Kaynak hızı in/dak.	Kaynak devresi kapalı saykl	Kaynak devresi açık saykl	Kaynak akımı amper	Akım toleransı %	
NIMONIC	75	22	$\frac{7}{8}$	1500	7-0	10	18	8200	+4 -3
		16	$\frac{1}{4}$	3000	5-5	25	11	12 200	+4 -12
NIMONIC	80A	22	$\frac{7}{8}$	1250	8-0	10	15	6300	+5 -4
		16	$\frac{1}{4}$	3000	5-0	20	20	12 100	+6 -10
NIMONIC	90	22	$\frac{7}{8}$	1500	8-0	10	15	6900	+3 -3
		16	$\frac{1}{4}$	3000	5-0	20	20	10 000	+2 -3



Şekil: 15 — Dikiş kaynağı için yastık deneyi.

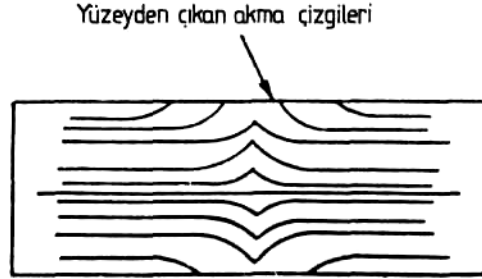
Flaş kaynağı

Flaş kaynağının uygulanma şekli daha önce verilmişti*).

Aşağıdaki tablo, 1/4 ve 3/8 in çapında Nikel 200, Monel 400 ve K 500 ve Inconel 600 ile Nimonic 75, 80 A, 90 çubuklarının flaş kaynağı için önerilen koşulları verir.

Kaynak hataları

Göz muayenesi, işparçalarına akımı ileten kelepçelerin yanmasının saptanması için yeterlidir. Bunları yok etmek için malzeme temizlenecek, kelepçeler temizlenip baştan tesviye edilecek ve bunların işparçalarını, olabildiğince geniş bir alan üzerinde uygun bir basınçla kavradığı kontrol edilecek.



Şekil: 16 — Kaynakların kesilip, dağlanıp makrotetkiki.

FLANŞ ALIN KAYNAĞI İÇİN TİPİK KOŞULLAR

Malzeme	Kesit in.	Uç hazırlığı*	Flaş mesafesi in.	Flaş süresi saniye	Şişirme sırasında akım süresi sayfı	Şişirme mesafesi in.	Kaynak başına watt-saat	Kaynak mukavemeti tonf/in. ²	Ana metal mukavemeti tonf/in. ²
200	$\frac{1}{2}$ ϕ $\frac{3}{8}$ ϕ	Sivri	0-442	2-5	1 $\frac{1}{2}$	0-125	2-15	25-9	29
		Sivri	0-442	2-5	2 $\frac{1}{2}$	0-145	4-87	29-3	29-7
MONEL	400	$\frac{1}{2}$ ϕ	0-442	2-5	1 $\frac{1}{2}$	0-125	1-94	30-6	31-5
		Sivri	0-442	2-5	2 $\frac{1}{2}$	0-145	5-55	35-8	37-8
MONEL	K-500	$\frac{1}{2}$ ϕ	0-442	2-5	1 $\frac{1}{2}$	0-125	2-02	41-9	44-6
		Sivri	0-442	2-5	2 $\frac{1}{2}$	0-145	4-79	44-1	44-2
INCONEL	600	$\frac{1}{2}$ ϕ	0-442	2-5	1 $\frac{1}{2}$	0-125	2-15	45-1	49
		Sivri	0-442	2-5	2 $\frac{1}{2}$	0-145	5-19	45-5	47-3
NIMONIC	75	1x $\frac{1}{2}$	0-375-0-5	15-20	—	0-25	—	48	48
NIMONIC	80A	1 $\frac{1}{2}$ x $\frac{1}{2}$	0-688	85	2-4	0-875	—	71†	71†
NIMONIC	90	$\frac{3}{4}$ ϕ	0-563	—	2-4	0-375	—	72†	72†

* 110° İç açısı

† Tam ısıtılmış

Kaynakta dendritik malzeme varlığını saptamanın en iyi yolu, kaynağı, ona dikey bir düzlem ya da düzlemlerde kesmek, parlatmak, dağlamak ve mikroskop altında tetkik etmektir. Bunu yok etmek için daha büyük döğme basıncı ve/veya döğme mesafesi, şişirme akımını artırmak ya da şişirmeden sonraki akım geçiş süresini artırmak veya parçaları daha sık bir içaçı ile hazırlamak gerekir.

Oksit girmeleri ve boşlukları yok etmek için şişirme akımı artırılır, şişirmeden sonraki akım geçiş süresi artırılır ve kıvılcımlama güç düzeyi ayarlanır.

KAPLARIN İÇTEN KAPLANMASI

Kapların korozyona dayanıklı malzemelerle içten kaplanmaları geniş ölçüde, dış kabukla iç kaplama tabakası arasında bir sürekli bağı gerektirmez. Nikel 200, Monel 400, Inconel 600 ve Incoloy 825, saç ya da band halinde bu kaplamaya (layninge) elverişlidirler şöyle ki bunlar kolaylıkla şekil alıp dış kabuğun içine intibak ederler ve gerek kendileri ve gerekse çelik kapuklara kolayca kaynak edilebilirler.

Kaplama (layning) kalınlığı, sadece beklenen korozyon derecesine bağılı olmayıp ayrıca kaynağın yapılacağı pozisyona göre de saptılır. Çok ince layningler çok hassas uygunluğu gerektirirler ve bunların kaynağı ancak çok usta kaynakçılar tarafından yapılabilir.

Bu itibarla dik ve tavan kaynağının gerektiğı yerlerde 14 s.w.g. (1.6 mm) den aşığı olmayan, yatay ve yerde yatay kaynakların bahis konusu olduğı yerlerde de 16 s.w.g. (1.2 mm) den aşığı olmayan layninglerin kullanılması önerilir. Örtülü elektrodla kaynak yeğlenir.

Kaplamaların çoğı bandlarla yapılır, bunlar 3 ilâ 12 in genişliğinde ve kolay işleme ve ayarlanmaya uygun boyda olurlar.

İçten kaplanacak kap ile layning bandlarının hazırlanmaları çok önemlidir. Kabuğun iç yüzeyi tamamen kuru ve kir, pas vb. den arındırılmış olacaktır. Yüzeyler kum ya da çelik tane püskürtme ile hadde tufallarından temizlenecek ve bundan sonra da kaynakların her iki yanında 2 ilâ 3 in'e varan bir genişlik taşlanacaktır. Layning bandını kabuğa tespit etmek için kaynak, ancak bunlardan sonra yapılacaktır. Kaplama malzemesinin kenarları, en az 1 in genişliğinde zımpara beziyle, mevcut olabilecek herhangi bir oksit filminden arındırılacaktır. Ve nihayet bandlar, solvent kullanılarak yağdan temizlenecektir. Özellikle dar hacimlerde, solvent kullanırken gerekli önlemlerin alınması zorunludur.

Bandları pozisyonda kaynak etmek için üç süreç önerilir.

Süreç A-Bidirme birleştirmesi

Birinci band yerleştirilir ve kaba puntalamı veya sürekli kaynakla birleştirilir.

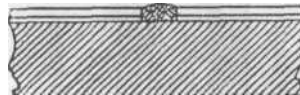
Müteakip band, birincisine 1/2 ilâ 1 in kadar binecek şekilde tertiplenir, buna puntalanır, puntalar temizlenir ve bütün kenarlar tamamen kaynak edilir. Bundan sonraki bandlar da aynı şekilde yerleştirilir.



Bu, en basit ve en ucuz kaplama sürecidir. Ancak bu yöntemin önemli bir sakıncası, herhangi bir kaçak halinde, depo edilmiş bulunanın geniş bir alana yayılmasına imkân vermesi ve tamiri daha güçleştirmesidir.

Süreç B-Üç dikiş yöntemi

Bütün bandlar, aralarında, kaplama kalınlığına göre 3/8 in veya daha fazla aralık bırakılarak yerleştirilip puntalanır. Sonra her bandın kenarı kaynak edilir ve bir üçüncü dikiş de aralığı kapamak üzere çekilir.



Bu yöntemde büyük miktarda kaynak bahis konusu olur ve kaynak metaline epey demir karışır. Bu arada kaynak dikişinin hiçbir yerde, kaplamadan daha ince olmamasına dikkat

edilecektir. Bu yöntemin avantajları, ayarın kolay oluşu ve aynı zamanda birden fazla kaynakçı kullanılabilmesindedir.

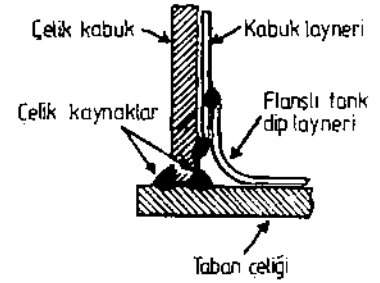
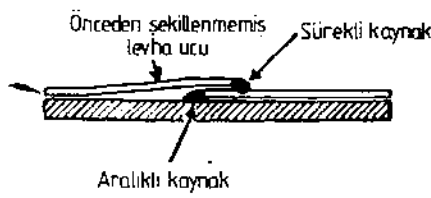
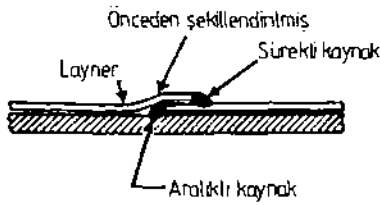
Süreç C-iki dikişli yöntem

Birinci band yerine konur ve tamamen kaynak edilir. İkinci band yerleştirilmeden önce tüm cüruf ve her türlü kabarıklık ve püskürmeler, kaynağın kenarından keski ile alınır. Bundan sonra ikinci band dikişle ağız ağıza getirilir ve aralık kaynakta kapatılır.

Bu yöntemin kullanılması, iyi sonuç alınması için yüksek ölçüde ustalığı gerektirir ama buna karşılık terk edilen kaynak metalinde demir karışması asgaride olur. Birinci dikiş bandları kaba bağlar, ikincisi, bu demirden yana zengin dikişi kapatır.

DIKEY BİNDİRME BİRLEŞMESİ

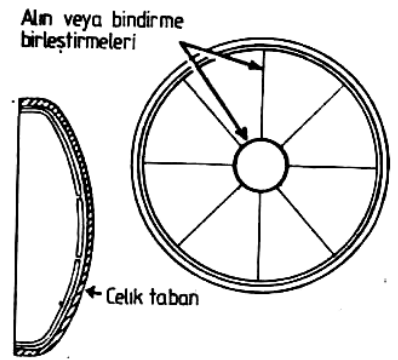
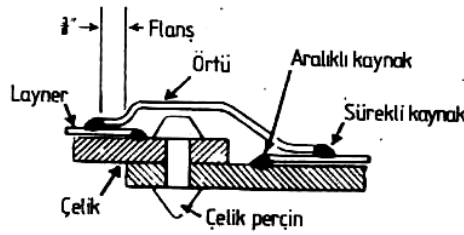
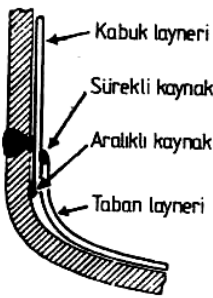
YERDE YATAY TABANIN KABUKLA BİRLEŞMESİ

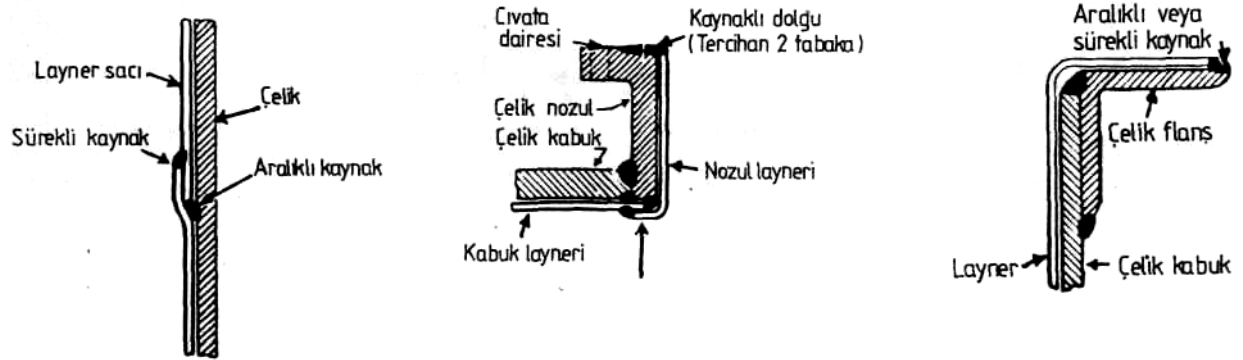


TABANIN KABUKLA BİRLEŞMESİ

PERÇİN ÖRTÜSÜ

"ORANGE PEEL" TABAN LAYNER BİNDİRMESİ VEYA ALIN BİRLEŞMELERİ





Şekil: 17 — Çelik kap ve tanklara Monel 400, Nikel 200 ve Inconel 600 kaplamanın kaynağı için önerilen birleştirme tasarımları.

Layning bandlarının kaynağı ile ilgili bazı genel mülâhazalar aşağıda verilmiştir.

1-)Ark, demir kapılmasını asgaride tutmak için, bandın üst kenarına yöneltilecektir.

2-)Bir bandın uzun kenarı kaynak edildiğinde ortadan başlanacak ve uca doğru gidilecek. İkinci kaynak yine ortadan itibaren aksi yönde çekilecek, böylece bir uzun kenarın kaynağı bitmiş olacak. Bundan sonra aynı şey öbür uzun kenara uygulanacak. Nihayet bandın kısa kenarları kaynak edilecek. Böylece band kenarlarının kabın cidarından kalkma eğilimi önlenmiş olur.

Kaynaklar, band köşesinin ötesine, ikinci kenar üzerine devam ettirilecek. Tam köşede kesilen bir kaynakta çatlaklar meydana gelebilir.

Tipik birleştirme tasarımları, Şekil 17'de gösterilmiştir.

Kaplamalı çeliklerin kaynağı hususunda daha önce yeterli bilgi verilmişti*.

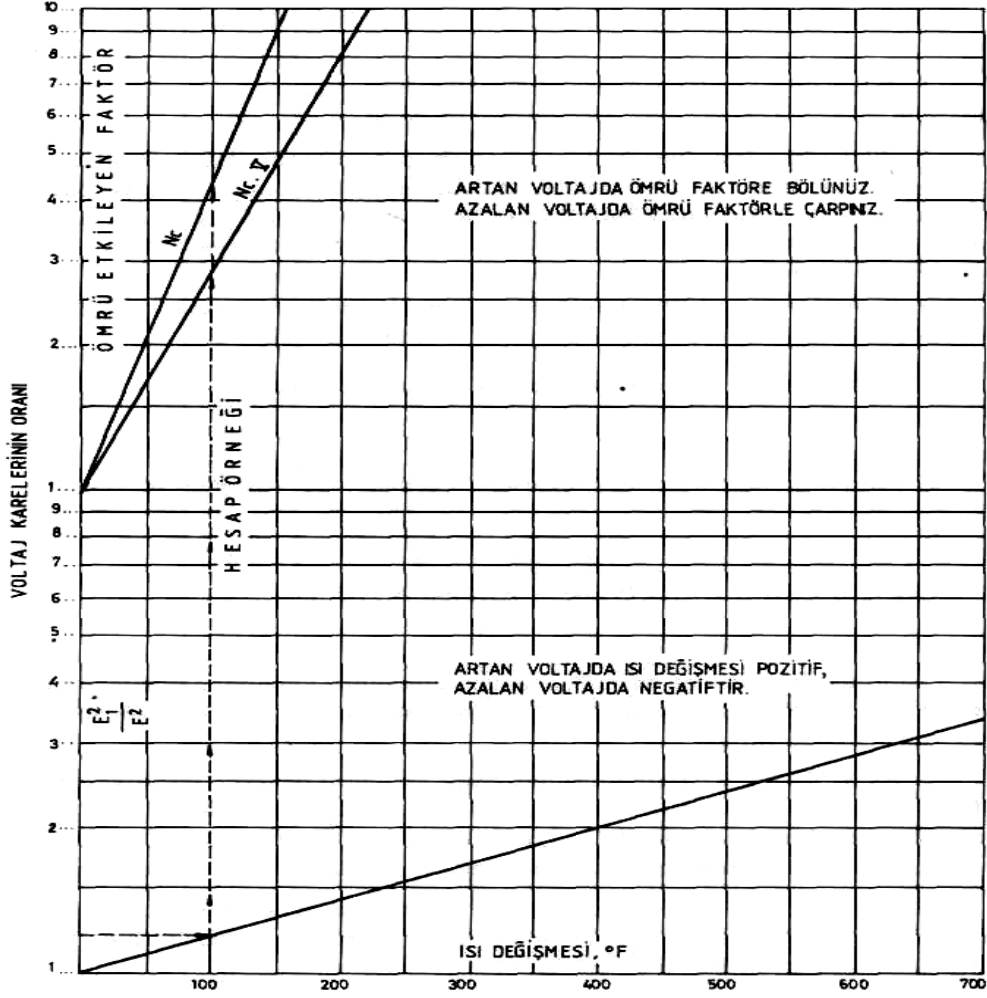
NİKEL ESASLI REZİSTANS ELEMENTLERİ

Isıtıcı âletler (ocaklar, fırınlar, sobalar...) imalinde kullanılan rezistans tellerinin elektriksel nitelikleri ve ömürleri üzerinde yapılmış çalışma ve deney sonuçlarını kısaca özetleyeceğiz.

A.S.T.M. B 76-39 "Hızlandırılmış ömür standard deneyi" spesifikasyonu, 0.025" (0.6 mm) çapında Nichrome V (% 80 Ni + % 20 Ni) için 2150°F (1175°C) ve Nichrome (% 61 Ni + % 15 Cr - gerisi Fe) için de 2050°F (1120°C) de uygulanmış. Bu deneylerden çıkan bazı ilginç sonuç ve genellemeleri aşağıda veriyoruz.

Birçok veri, işbu 0.025" çapında telin çalışma ömrü ile deney sıcaklığı arasındaki ilişkiyi belirlemiştir. Çalışma ömür saati ile deney sıcaklığı arasında kesin bir bağıntı saptanmıştır.

Bir ömür-sıcaklık eğrisinin, Nichrome V ve Nichrome'un değişik ısıları için yarı-logaritmik koordinatlar halinde, meylinin hep aynı genel mertebede olduğu saptanmıştır. 0.020" ilâ 0.040" (0.5 ilâ 1.0 mm) çap aralığında ömürle sıcaklık arasındaki bağıntı



Şekil:18_ Voltaj değişmesinin ömür üzerine etkisi

$$\text{Log (L)} = \text{ST} + \text{K}$$

formülü ile ifade edilmektedir.

Burada

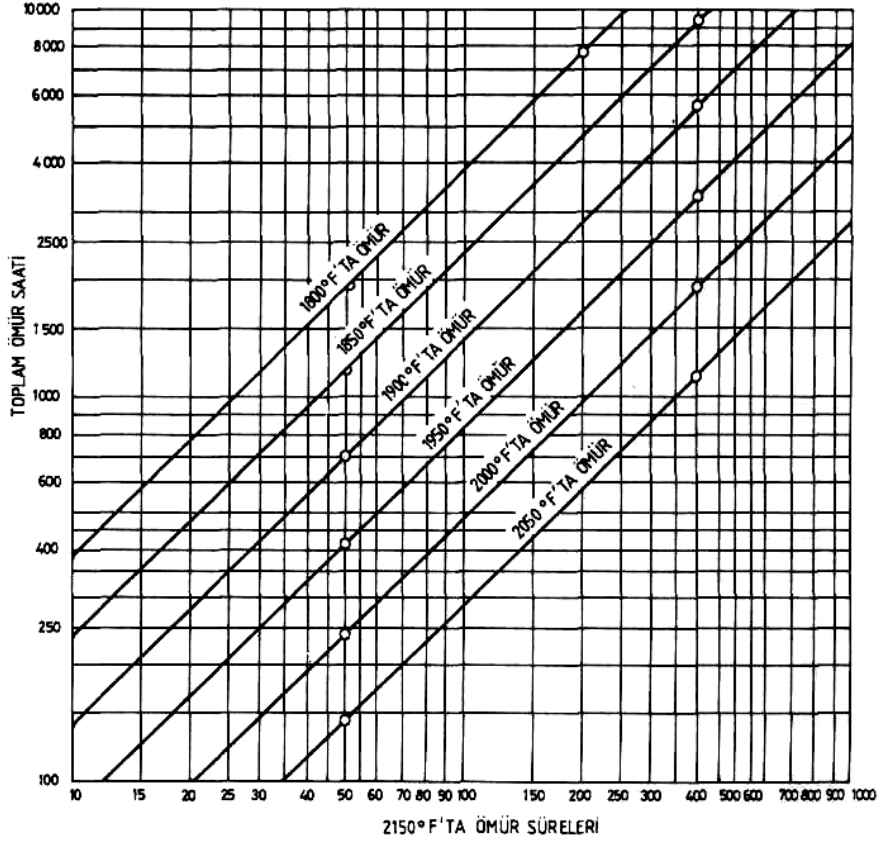
L = Toplam ömür saati

S = Ömür-sıcaklık eğrisinin meyli

T = Sıcaklık (°F)

K = Bir sabite

**STANDART ÖMÜR DENEYİ İLE
BAŞKA SICAKUKLARDAKİ ÖMÜR ARASINDA
İLİŞKİ .0 25" NICHROME V TEL**



Şekil: 19 — Nichrome V'in beklenen ömrü.

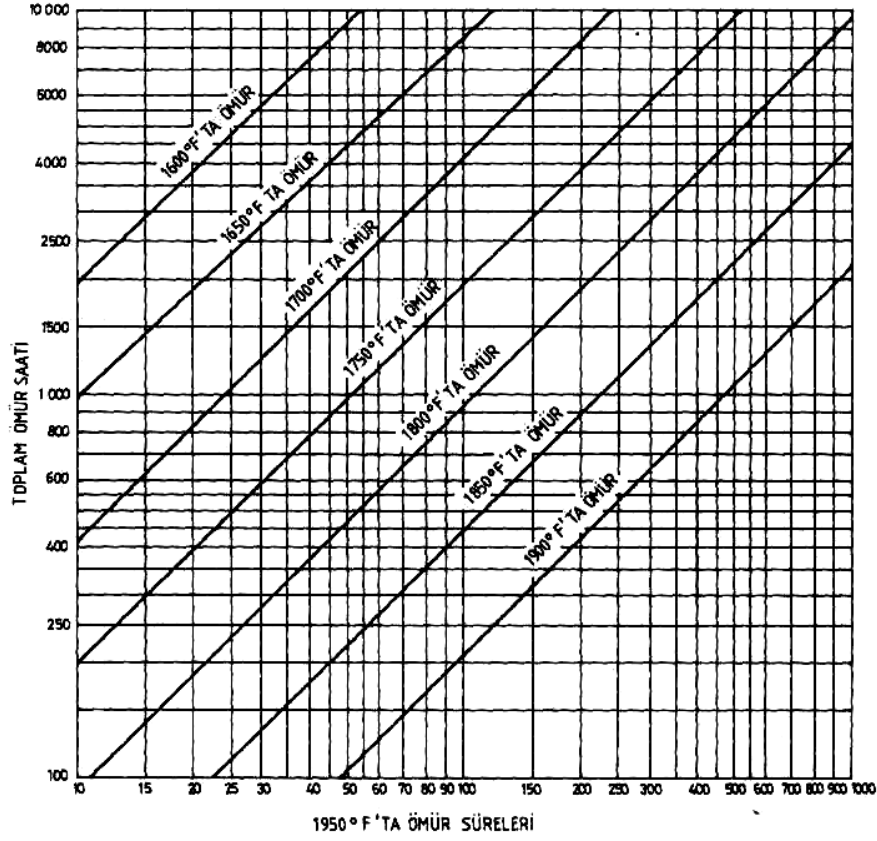
(S) meylinin değerleri ise şöyledir:

$$\text{Nichrome} = \text{---} .00649$$

$$\text{Nichrome V} = \text{---} .00459$$

Belli bir deney sıcaklığı için ömür saatleri biliniyorsa (K) sabitesinin değeri kolaylıkla saptanabilir. Bu değer böylece, bahis konusu malzeme için başka sıcaklıklarda ömrün hesabında kullanılabilir. (S) ve (K) nın değerleri bilinince, alaşımın çalışma aralığında herhangi bir sıcaklık için ömür hesaplanabilir.

**STANDART ÖMÜR DENEYİ İLE
BAŞKA SICAKUKLAROAKİ ÖMÜR ARASINDA
İLİŞKİ .0 25" NICHROME TEL**



Şekil: 20 — Nichrome'un beklenen ömrü.

Şekil 19'da, Nichrome V için eğriler çizilmiş olup bunlarda 2150°F'ta standard ömür deneyi bilinince ömür çeşitli sıcaklıklar için verilmiştir.

Şekil 20'de de aynı bilgiler 1950°F deney ömrü ile Nichrome için verilmiştir.

Âlet imalâtçıları, voltaj değişiminin rezistans tellerinin ömrü üzerindeki etkisi ile de ilgilidirler.

Bu bağlamda, ısıtma elementinin vardığı sıcaklığın element yüzeyi inç kare başına watt cinsinden elektrik enerjisi girdisi ile yüzeyden radyasyon, konveksi-yon ve kondüksiyon yollarıyla vaki oan ısı kaybı düzeyine bağlı olduğu bilinir.

Elementin ömrü, korozyonun mevcut olmaması koşuluyla, çalıştığı sıcaklığa bağlı olacaktır. Ömrün, normal çalışma voltajında yeterli olduğu kabul edilmektedir. Ama artan ya da azalan gerilimle ömür süresindeki değişmeyi de peşinen hesaplamak mümkündür.

Elementin ömrünün logaritması sıcaklıkla orantılı olduğuna göre, gözlenen sıcaklık değişmesini watt (güç) girişi ve ömürün fonksiyonu olarak çizmek mümkündür.

Şekil 18'de güç değişmesi, onunla orantılı olduğu kullanılan voltajın karesinin oranı şeklinde ifade edilip sıcaklık değişmesine göre çizilmiştir. Ancak burada elementin rezistansının sıcaklıkla değişmediği varsayılmıştır.

Şeklin yukarısında Nichrome ve Nichrome V için, bir elementin sıcaklık değişmesi ile ömrün voltajın artması ya da azalmasına göre çarpılacağı veya bölüneceği

katsayı arasındaki bağıntıyı gösteren eğriler yer almaktadır. Voltaj artıp azalınca, sıcaklık da birlikte artıp azalacaktır.

Örnek verelim:

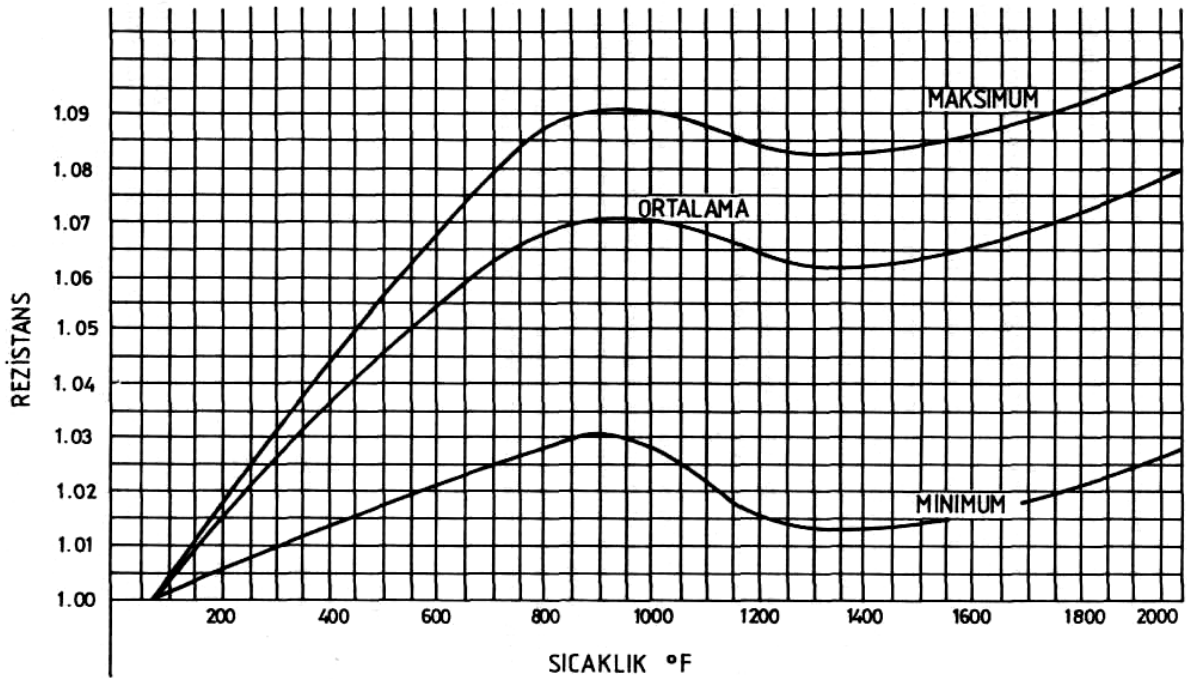
Mevcut voltaj	115
Artmış voltaj	126

hesap: $\frac{126^2}{115^2} = 1.2$

Sıcaklık değişme eğrisinde kesişme noktası 100°F sıcaklık *artışı* gösterir. 100° çizgisi boyunca grafiğin yukarısındaki eğriye vardığımızda, ömrün, 115 voltta Nichrome elementinin ömrünün 1/4.5 = 0.222 si olacağını görürüz.

Nichrome V için ömür, 115 volttaki ömrün 1/2.9 - 0.345'i olacaktır.

Aynı şekilde sıcaklık 100°F *düşecek* olursa, Nichrome'un ömrü 4.5 kat, Nichrome V'inki de 2.9 kat *artacaktır*.



Şekil: 21 — Nichrome V'in sıcaklık-rezistans grafiği.

Ancak bu veriler sadece her iki alaşımın maksimum çalışma sıcaklıklarının sınırlamaları içinde doğrudur.

Ohm Kanunu'na göre güç, $W = IE$ veya I^2R veya E^2/R dir.

Isıtma elementi malzemesi olarak kullanılan alaşımların rezistansı, bunlar sıcakken, oda sıcaklığındakinden daima daha büyüktür.

Bu itibarla, yukardaki formülde "R"nin değeri, çalışma sıcaklığındakidir. Bir fikir vermiş olmak için, 75°F (24°C)'ta, 220-240 volt geriliminde, değişik güçlerde bazı rezistans değerlerini verelim:

Çalışma sıcaklığında W	Nichrome V (ohm)	Nichrome (ohm)
100	494,09	472,40
500	98,82	94,48
1000	49,41	47,24
1500	32,94	31,49
3000	16,47	15,75

TABLO 1
KARIŞMAMIŞ KAYNAK METALİ İÇİN KİMYASAL GEREKLER, % AĞIRLIK^{a,b}

AWS sınıflandırması	UNS no ^c	C	Mn	Fe	P	S	Si	Cu	Ni ^d	Co	Al	Ti	Cr	Cb + Ta	Mo	V	W	Toplam diğer elementler
ENi-1	W82141	0.10	0.75	0.75	0.03	0.02	1.25	0.25	92.0 min	—	1.0	—	—	—	—	—	—	0.50
ENiCu-7	W84190	0.15	4.0	2.5	0.02	0.015	1.5	kalanı	—	—	0.75	1.0	—	—	—	—	—	0.50
ENiCrFe-1	W86132	0.08	3.5	11.0	0.03	0.015	0.75	0.50	62.0 min	—	—	—	13.0	1.5	—	—	—	0.50
ENiCrFe-2	W86133	0.10	— 1.0 3.5	12.0	0.03	0.02	0.75	0.50	62.0 min	e	—	—	13.0	0.5	0.50	—	—	0.50
ENiCrFe-3	W86182	0.10	— 5.0 9.5	10.0	0.03	0.015	1.0	0.50	59.0 min	e	—	1.0	17.0	1.0	—	—	—	0.50
ENiCrFe-4	W86134	0.20	— 1.0 3.5	12.0	0.03	0.02	1.0	0.50	60.0 min	—	—	—	13.0	1.0	1.0	—	—	0.50
ENiMo-1	W80001	0.07	1.0	— 4.0 7.0	0.04	0.03	1.0	0.50	kalanı	2.5	—	—	1.0	—	—	0.60	1.0	0.50
ENiMo-3	W80004	0.12	1.0	— 4.0 7.0	0.04	0.03	1.0	0.50	kalanı	2.5	—	—	2.5	—	23.0	0.60	1.0	0.50
													5.5	27.0	26.0			

TABLO 1 (DEVAM)

AWS sınıflandırması	UNS no ^c	C	Mn	Fe	P	S	Si	Cu	Ni ^d	Co	Al	Ti	Cr	Cb + Ta	Mo	V	W	Toplam diğer elementler		
ENiMo-7	W80665	0.02	1.75	2.0	0.04	0.03	0.2	0.50	kalanı	1.0	—	—	1.0	—	—	—	1.0	0.50		
														30.0						
ENiCrMo-1	W80007	0.05	—	18.0	—	—	0.04	0.03	1.0	—	kalanı	2.5	—	—	21.0	1.75	5.5	—	1.0	0.50
			2.0	21.0							2.5			23.5	2.50	7.5				
ENiCrMo-2	W80002	0.05	—	17.0	—	—	—	—	—	0.50	—	—	—	—	—	—	—	—	0.20	0.50
		0.15	1.0	20.0	0.04	0.03	1.0	0.50	kalanı	—	—	—	20.5	—	8.0	—	—	—	—	0.50
										2.50			23.0	—	10.0	—	—	—	1.0	
ENiCrMo-3	W86112	0.10	1.0	7.0	0.03	0.02	0.75	0.50	55.0 min	e	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.50
													20.0	3.15	8.0					
													23.0	4.15	10.0					
ENiCrMo-4	W80276	0.02	1.0	—	0.04	0.03	0.2	0.50	kalanı	2.5	—	—	—	—	—	—	0.35	—	—	0.50
				4.0									14.5	—	15.0					
				7.0									16.5	—	17.0					
ENiCrMo-5	W80002	0.10	1.0	—	0.04	0.03	1.0	0.50	kalanı	2.5	—	—	—	—	—	—	0.35	—	—	0.50
				4.0									14.5	—	15.0					
				7.0									16.5	—	17.0					
ENiCrMo-6	W86620	0.10	—	10.0	0.03	0.02	1.0	0.50	55.0 min	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.50
			2.0										12.0	0.5	5.0					
			4.0										17.0	2.0	9.0					
ENiCrMo-7	W86455	0.015	1.5	3.0	0.04	0.03	0.2	0.50	kalanı	2.0	—	0.7	—	—	—	—	—	—	0.5	0.50
													14.0	—	14.0					
													18.0	—	17.0					
ENiCrMo-9	W86985	0.02	1.0	—	0.04	0.03	1.0	—	kalanı	5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	1.5	0.50
				18.0									21.0	—	6.0					
				21.0									23.5	0.5	8.0					

TABLO 3
GEREKLİ DENEYLER

AWS sınıflandırması	Elektrod ϕ		Ana metal ^a			
	in.	mm	Kimyasal analiz ^b	Tam kaynak metal çekme deneyi	Eni en yönünde eğme deneyi ^c	Kullanılabilirlik deneyi ^{de}
ENi-1	5/64	2.0	Ni	← Ni veya çelik →		V
	3/32	2.4				V
	1/8	3.2				V
	5/32	4.0				F
	3/16	4.8				F
ENiCu-7	5/64	2.0	Ni-Cu	← Ni-Cu veya çelik →		V
	3/32	2.4				V
	1/8	3.2				V
	5/32	4.0				F
	3/16	4.8				F
1/4	6.4	F				
ENiCrFe-1 ENiCrFe-2 ENiCrFe-3 ENiCrFe-4	5/64	2.0	Ni-Cr-Fe	← Ni-Cr-Fe veya çelik →		V
	3/32	2.4				V
	1/8	3.2				V
	5/32	4.0				F
3/16	4.8	F				
ENiMo-1 ENiMo-3 ENiMo-7	5/64	2.0	Ni-Mo	← Ni-Mo veya çelik →		F
	3/32	2.4				F
	1/8	3.2				F
	5/32	4.0				F
3/16	4.8	F				
ENiCrMo-1 ENiCrMo-2 ENiCrMo-4 ENiCrMo-5 ENiCrMo-7 ENiCrMo-9	5/64	2.0	Ni-Cr-Mo	← Ni-Cr-Mo veya çelik →		F
	3/32	2.4				F
	1/8	3.2				F
	5/32	4.0				F
	3/16	4.8				F
ENiCrMo-3 ENiCrMo-6	5/64	2.0				V
	3/32	2.4				V
	1/8	3.2				V
	5/32	4.0				F
3/16	4.8	F				

AMERİKAN STANDARLARI

ANSI/AVVS A5.11-83, "Nikel ve nikel alaşımı örtülü kaynak elektrodları için spesifikasyon"u özetliyoruz.

Bu spesifikasyon

Army-AL

Navy-YD

Air Force-99

ca zorunlu kılınmıştır.

Notlar (aşağıdaki tablolara ait):

a.Kaynak metali, bu tabloda gösterilmiş özgül elementler için tahlil edilecektir. Bunu yaparken, başka elementlerin varlığı görünürse, bunların miktarının, tablonun son sütununda gösterilen toplam değerleri aşmadığından emin olmak üzere saptanacaktır.

b.Başka türlü belirtilmedikçe tek değerler maximumdur.

c.SAE ASTM, Metal ve Alaşımlar için Birleşmiş Numaralama Sistemi

d.Arızî kobalt dahil

e.Belirtilmişse Co, max. 0.12

f.Belirtilmişse Ta, max. 0.30

Her sınıflandırma için gerekli deneyler, aşağıdaki tabloda ifade edilmişlerdir. Deneyler, "kaynaktan çıktığı gibi" koşulunda yani herhangi kaynak sonrası ısı işlemi yapılmadan yürütüleceklerdir.

Notlar (Tablo 3 için):

a.Birden çok ana metal tipinin (nikel veya nikel alaşımları ve çelik) gösterildiği yerde, gösterilen tip ya da karışımı kullanılabilir. Bu yapıldıktan sonra, çeliğin ve (çelikse) destek bandının temas eden yüzeyine iki tabaka yağlama uygulanacak. Yağlama, deneye tabî tutulan klasifikasyondan elektrodlarla ve yerde ya tay pozisyonda yapılacaktır.

b.Kimyasal tahlil (analiz) için, belirtilmiş olanlardan başka ana metaller, karışmamış kaynak yastığı olarak esas alınabilir ancak bunun için taban minimum yüksekliği (kaynak metali) 3/4 in (19 mm) ve analiz için numunenin, 1/8 in ve daha küçük çapta elektrod için, ana metalin en yakın yüzeyinden en az 5/8 in (16 mm) den alınması koşulu vardır. 5/32 ilâ 1/4 elektrod çapları için boyutlar, sırasıyla, 1 in ve 7/8 in'dir.

c.Üç adet enine eğme deney numunesi istenir. Bundan 5/64 in (2.0 mm) elektrodlar için gerekmez.

d.Bu sütunda gösterilmiş kaynak pozisyonları sadece kullanılabilirlik deneyi içindir (V = dik, F = yerde yatay). Öbür bütün deney birleştirmeleri yerde yatay pozisyonda kaynak edilmişlerdir.

e.Mekanik nitelikler için ağız kaynağı (Şekil: 22), kullanılabilirlik deneyinin yerde yatay pozisyonda yürütülmesini gerektiren elektrodlar için, aynı zamanda kullanılabilirlik deney birleştirmesi olarak da kullanılabilir. Bu takdirde deney birleştirmesi, çekme ve eğme deney numuneleri için parçalar çıkarılmadan radyografik muayeneden geçirilir.

Kaynak deney birleştirmeleri

Üç adet deney birleştirmesi gerekmektedir: Şekil 21'de görülen kimyasal analiz için karışmamış kaynak metalinin kaynak yastığı; Şekil 22'deki mekanik nitelikler ve sağlamlık için ağız kaynağı; Şekil 23'de görülen, elektrodun kullanılabilirliği için ağız kaynağı.

Kaynak yastığı (Şekil 21)

Kaynak metalinin üzerine terkedileceği ana metal temiz olacaktır. Yastık çok pasolu olup kaynak metali tabakaları yerde yatay pozisyonda terkedilecektir. Her pasodan sonra cüruf temizlenecektir. Kaynaktan önce ana metalin sıcaklığı 60°F (16°C) dan aşağı olmayacak, pasolararası sıcaklık 300°F (150°C)'ı geçmeyecektir.

Minimum uzunluk 6 in olup esasta gerekli deney sayı ve tipi için yeterli numunenin çıkmasına elverişli boyda olacaktır.

Notlar (şekil 22'ye ait):

1.Ana metal yukarda gösterildiği gibi olacaktır.

2.Kaynak edilecek yüzeyler temiz olacaktır.

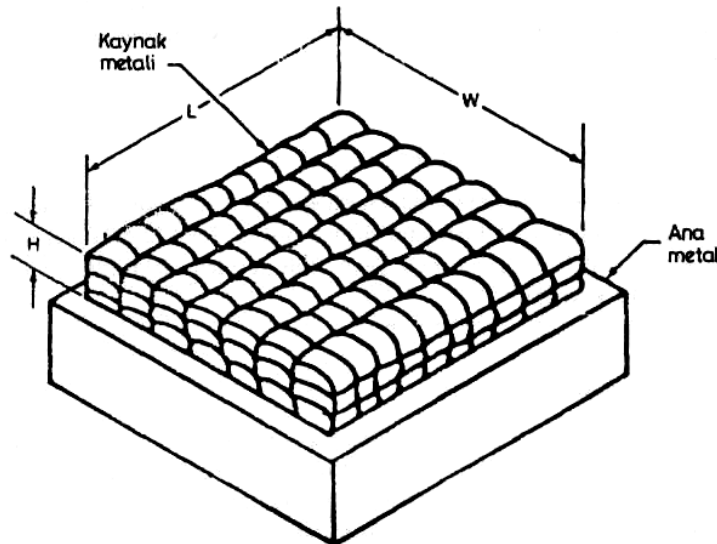
3.Kaynaktan önce parçalar, deney numunelerinin çıkarılmalarını kolaylaştırmak üzere kımıldanamayacak gibi tespit edilebilir. Parçalar 5° den fazla çarpılma (peçleme) olmayacak gibi tespit edilecektir. Düzleme göre 5° den fazla çarpılmış (peçlemiş) deney birleştirmesi atılacaktır. Deney birleştirmesi düzeltilmeyecektir.

4.Kaynak yerde yatay pozisyonda, elektrod imalatçısının önerdiği akım ve kaynak tekniği kullanılarak yapılacaktır.

5.Önısıtma sıcaklığı en az 60°F (16°C) olacaktır. Pasolararası sıcaklık 300°F (150°C)'ı geçmeyecektir.

6.Kaynaklar, ip dikiş ya da elektrod çekirdek çapının dört katını aşmayan genişlikte salıntı kullanarak terkedilecektir. Bitmiş kaynak en az deney levhasıyla aynı hizada olacaktır. 1/8 in'den büyük elektrodlar için kök tabakası 3/32 veya 1/8 in (2.4 veya 3.2 mm) elektrodlarla çekilebilir.

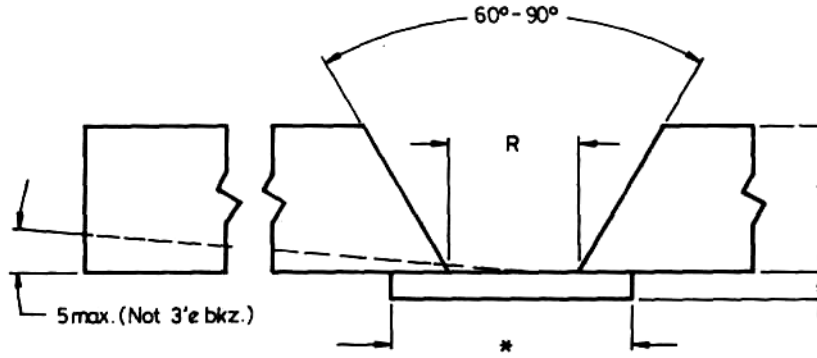
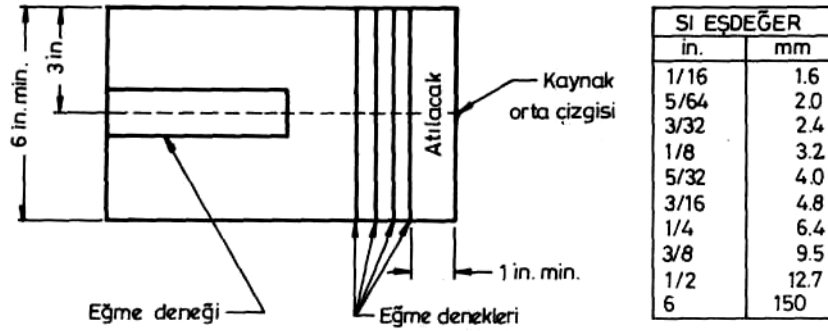
7.Deneyler, kaynaktan çıkmış hal koşulunda yani kaynak sonrası ısıl işlem yapılmadan yürütülecektir.



Elektrod \emptyset	Yastık boyutu
in.	in., min
5/64	$\left\{ \begin{array}{l} L = 1-1/2 \\ W = 1-1/2 \\ H = 1/2 \end{array} \right.$
3/32	
1/8	
5/32	$\left\{ \begin{array}{l} L = 2 \\ W = 2 \\ H = 7/8 \end{array} \right.$
3/16	
1/4	

SI EŞDEĞER	
in.	mm
5/64	2.0
3/32	2.4
1/8	3.2
5/32	4.0
3/16	4.8
1/4	6.4
1/2	13
7/8	22
1-1/2	38
2	50

Şekil: 21 — Karışmamış kaynak metalinin kimyasal analizi için yastık



Elektrod \emptyset in.	T (kalınlık) in. min.	R** kök aralığı in.	Tabaka sayısı min.
5/64	3/8	3/16	***
3/32	1/2	1/4	***
1/8	1/2	1/4	***
5/32	3/4	1/2	6
3/16	3/4	1/2	6
1/4	3/4	1/2	6

Şekil: 22 — Mekanik nitelikler ve sağlamlık için deney birleştirmesi.

*Herhangi bir uygun boyut.

** Tolerans + 1/16 in (1.6 mm)

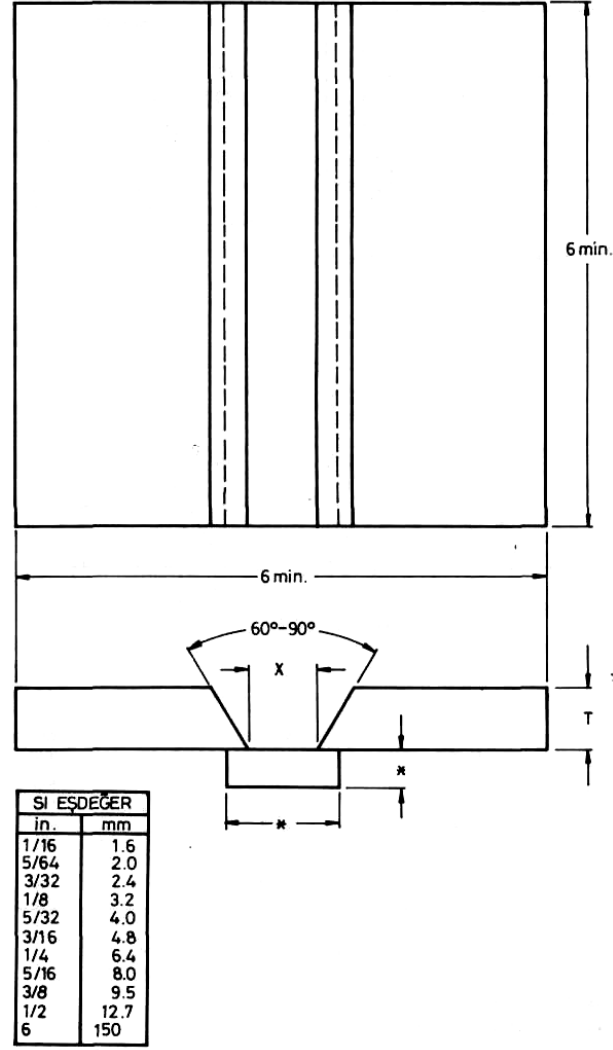
*** Tabaka sayısı belirtilmemiş, ancak paso ve tabaka sırası kaydedilip raporda belirtilecektir.

Boyutlar					
Elektrod ϕ	5/64	3/32	1/8	5/32	3/16 ve 1/4
T = (kalınlık) min.	1/8	1/4	3/8	3/8	1/2
X = (kök açıklığı) min.	1/8	1/4	5/16	3/8	1/2
* = (genişlik ve kalınlık)	Herhangi uygun boyut				

Kök açıklığında tolerans + 1/16 in.

Notlar (şekil 23'e ait):

1. Ana metal yukarda söylendiği gibi olacaktır.
2. Kaynak edilecek yüzeyler temiz olacaktır.
3. Kaynak, Tablo 3'te (ve tablo 3, not e) olduğu gibi aşağıdan yukarı dik veya yerde yatay pozisyonda, elektrod imalcisinin önerdiği akım ve kaynak tekniği kullanılarak yürütülecektir.
4. Önısıtma sıcaklığı ve en az 60^aF (16°C) olup pasolararası sıcaklık 300°F (150°C)'ı geçmeyecektir.
5. Kaynaklar, ip dikiş ya da elektrod çekirdek çapının dört katını aşmayan genişlikte salıntı kullanarak terkedilecektir. Bitmiş kaynak en az deney levhasıyla aynı hizada olacaktır. 1/8 in'den büyük elektrodlar için kök tabakası 3/32 veya 1/8 in (2.4 veya 3.2 mm) aynı sınıflandırmadan elektrodlarla çekilebilir. Kaynağın uçlarında tutuşturma ve söndürmeye ek olarak, her dikiş aynı zamanda bu aralarda bir tutuşturma ve söndürmeyi de haiz olacaklardır.
6. Dikişler arasında bir miktar taşlamaya, dik pozisyonda, müsaade edilir, ancak iyi bir kaynak meydana getirmek için aşırı miktarda taşlama gerekmemelidir.
7. Bitmiş kaynak en az ana metalin yüzeyi ile aynı düzeyde olacaktır.
8. Alt destek çıkarılacak ve birleşenin her iki yanındaki kaynak, ana levhaların ilk yüzeyleriyle bir hizada olmak üzere (ama daha aşağı değil) talaşla tesviye edilecek ya da taşlanacaktır.
9. Birleşmiş parçalar, aşağıda söyleneceği gibi radyografik muayeneden geçirilecektir.



Şekil: 23 — Kullanılabilirlik deneyi birleştirme

Kimyasal analiz

Şekil 21'deki yastığın en üst yüzeyi kaldırılıp atılacak ve uygun bir mekanik yolla bunun altındaki metaldan analiz için numune çıkarılacaktır. Numunedeki cüruf bulunmayacaktır.

5/32 in'den küçük elektrodlar için numune, ana metalin en yakın yüzeyinden en az 3/8 in (10 mm) den alınacaktır. 5/32 ve daha büyük çap-takiler için de numune bu yüzeyden en az 3/4 in mesafeden alınacaktır.

Tablo: 4
Ana metal spesifikasyonları

Elektrod (AWS sınıflandırması)	Ana metaller ^(a)	ASTM spesifikasyonları
ENi-1	Nikel	B 160, B 162
ENiCu-7	Nikel bakır alaşımı	B 127, B 164
ENiCrFe-1,2,3 ve 4	Nikel-krom-demir alaşımı	B 166, B 168
ENiMo-1,3 ve 7	Nikel-molibden alaşımı	B 333
ENiCrMo-1 ve 9	Nikel-krom-molibden alaşımı	B 582
ENiCrMo-2	Nikel-krom-molibden alaşımı	B 435
ENiCrMo-3	Nikel-krom-molibden alaşımı	B 443, B 446
ENiCrMo-4,5 ve 7	Alçak karbon nikel-krom- molibden alaşımı	B 575
ENiCrMo-6	Nikel-krom-molibden alaşımı	B 166, B 168
Hepsi ^(b)	Karbon çeliği	A 131, A 285, A 515

a.Karbon çeliği dışında bütün ana metalar, kaynaktan önce tavllanmış koşulda bulunacaktır.

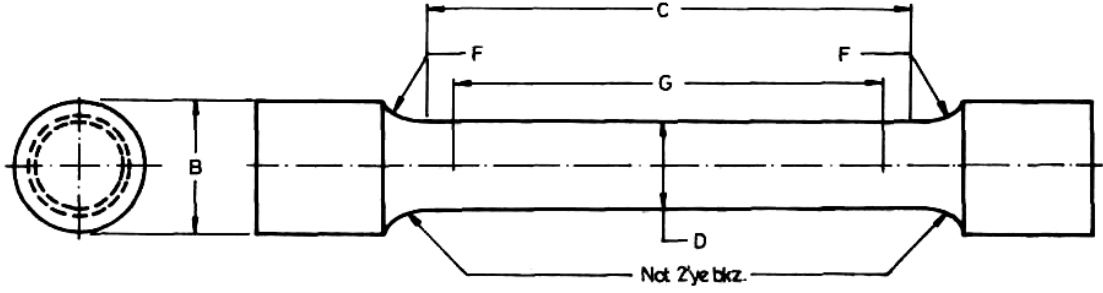
b.Tablo 3'te not a ve b'ye bkz.

Kaynak metali, kabul edilmiş yöntemlerle tahlil edilecektir. Müracaat yöntemi olarak ASTM Method E 38, *Chemical Analysis of Nickel-Chromium and Nickel-Chromium-Iron Alloys* veya E76, *Chemical Analysis of Nickel-Copper Al-loys*, uygundur.

Radyografik muayene

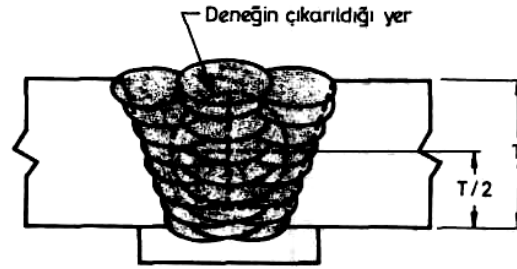
Şekil 22'de görülen ağız kaynağı, istendiğinde ve tablo 3'de not e'de müsaade edildiğinde ve şekil 23'deki ağız kaynağı, elektrodun kullanılabilirliğini değerlendirmek için radyografik muayeneye tabi tutulacaklardır. Radyografi için hazırlıkta kaynak düzgün olarak talaşla işlenecek veya taşlanacak, üst yüzeyi ana metalin ilk yüzeyleri düzeyinde (altında değil) olacaktır. Radyografin yorumlanmasında sorunlardan kaçınmak için kaynak yeterince düzgün olacaktır.

Muayene, ASTM Method E 142, *Controlling Çuality of Radiographic Tes-ting'e* uygun olarak yapılacaktır. Kalite düzeyi 2-2T olacaktır.,



DENEK ÖLÇÜLERİ, mm

Denev levhası kalınlığı	D	G	C	B	F, min.	\bar{A} alan mm ²
19.1	12.7 ± 0.25	50.8 ± 0.13	57.1	19.1	9.5	129
12.7	6.4 ± 0.13	25.4 ± 0.13	31.8	9.5	4.6	32
9.5	4.1 ± 0.08	16.3 ± 0.13	19.1	7.9	3.8	13



Şekil: 24 — Tam kaynak metali çekme deney numunesinin boyutları ve alınacağı yer.

Radyografin çatlak, tam ergimemiş bölge, standardda belirtilenlerden fazla yuvarlatılmış işaret göstermemesi halinde elektrodun kullanılabilirliği şayanı kabuldür. Yuvarlatılmış işaret, radyografda uzunluğu, genişliğinin üç katını geçmeyen işarettir.

Standard, her deney levhası kalınlığı için bu işaretlerin azami boyut ve 6 in (150 mm) de sayısını vermektedir.

Çekme deneyi

Şekil 22 ve 24'te gösterildiği gibi bir tam kaynak metali deney numunesi, ağız kaynağından işlenecektir.

Numune AWS B4.0, *Standard Methods for Mechanical Testing of fVe/ds'e* göre denenecektir.

Notlar (şekil 24'e ait):

1.G ve C ölçüleri, gösterildikleri gibi olacak, ancak uçları, deney makinasına uyacak gibi herhangi bir şekilde olabilir. Ancak yük aksenal olarak kalacaktır.

2.Geyç içinde numune çapı, uçlara göre ortada hafifçe küçük olacaktır.Fark,çapın yüzde birini aşmayacaktır.

3.C ölçüsü içinde yüzeyin parlaklığı 63 /i in (1.6 n m) den kaba olmayacaktır.

TABLO 5
TAM KAYNAK METALİ ÇEKME DENEYİ GEREKLERİ

AWS sınıflandırması	Kopma mukavemeti, min.		Uzama, % , min.
	psi	MPa	
ENi-1	60 000	410	20
ENi Cu-7	70 000	480	30
ENi Cr Fe-1 } ENi Cr Fe-2 } ENi Cr Fe-3 }	80 000	550	30
ENi Cr Fe-4	95 000	650	20
ENi Mo-1 } ENi Mo-3 }	100 000	690	25
ENi Mo-7	110 000	760	25
ENi Cr Mo-1	90 000	620	20
ENi Cr Mo-2	95 000	650	20
ENi Cr Mo-3	110 000	760	30
ENi Cr Mo-4	100 000	690	25
ENi Cr Mo-5	100 000	690	25
ENi Cr Mo-6	90 000	620	35
ENi Cr Mo-7	100 000	690	25
ENi Cr Mo-9	90 000	620	25

Eğme deneyi

Tablo 3'te istenmiş eğme deneyleri için numuneler yine Şekil 22'de gösterilmiş yerden kesilecektir. Bunların boyutları Tablo 6'da verilmiştir.

TABLO 6
EĞME DENEYİ DENEKLERİNİN ÖLÇÜLERİ

	Uzunluk ^a		Genişlik		Kalınlık	
	in.	mm	in.	mm	in.	mm
Yan	6	(150)	b		3/8	(10)
Yüz	6	(150)	1-1/2	(38)		

a. Minimum

b. Numunenin genişliği, bunun içinden alındığı deney birleştirmesinin kalınlığıdır. (Şekil 22'ye bkz.)

Numuneler üniform olarak 3/4 in (19 mm) yarıçap üzerine herhangi uygun bir takımla 180° kıvrılacaktır.

Eğme-kıvrımadan sonra kaynaklı birleştirme 3/4 in (19 mm) yarıçapa uygun halde kalacak, sadece münasip bir geri yaylanma payı tanınacaktır. Kaynak metali çıplak gözle bakıldığında Tablo 7'de gösterilenden fazla çatlak içermeyecektir.

Tablo 7'ye ait notlar:

a. Bu gerekler hem yan hem de yüz-eğme numuneleri için geçerlidir.

b.Kaynak metalinde her eğme numunesinin çekme tarafı üzerinde müsaade edilen çatlak sayısı. Çatlakların boyutları not c'de tanımlanmıştır.

c.Not b'deki sayı 1/64 in ile tablo 7'nin son sütununda gösterilen uzunluk arasındaki çatlaklar içindir. Uzunluğu 1/64'den az olan ve numunenin köşelerinde bulunan çatlaklar, dikkate alınmayacaklardır. Gösterilenlerden uzun çatlaklara müsaade edilmez.

TABLO-7
EĞME DENEYİ GEREKLERİ^a

AWS Sınıflandırması	Elektrod ϕ		Sayı ^b	Müsaade edilen çatlaklar								
	in.	mm		Uzunluk ^c								
				in.	mm							
ENi-1	$\left\{ \begin{array}{l} 5/64 \\ 3/32 \\ 1/8 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} (2.0) \\ (2.4) \\ (3.2) \end{array} \right\}$	3	1/8	(3.2)							
						$\left\{ \begin{array}{l} 5/32 \\ 3/16 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} (4.0) \\ (4.8) \end{array} \right\}$					
ENiCu-7	$\left\{ \begin{array}{l} 5/64 \\ 3/32 \\ 1/8 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} (2.0) \\ (2.4) \\ (3.2) \end{array} \right\}$	3									
					$\left\{ \begin{array}{l} 5/32 \\ 3/16 \\ 1/4 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} (4.0) \\ (4.8) \\ (6.4) \end{array} \right\}$						
$\left. \begin{array}{l} \text{ENiMo-1} \\ \text{ENiMo-3} \\ \text{ENiMo-7} \\ \text{ENiCrFe-1} \\ \text{ENiCrFe-2} \\ \text{ENiCrFe-4} \\ \text{ENiCrMo-1} \\ \text{ENiCrMo-2} \\ \text{ENiCrMo-3} \\ \text{ENiCrMo-4} \\ \text{ENiCrMo-5} \\ \text{ENiCrMo-6} \\ \text{ENiCrMo-7} \\ \text{ENiCrMo-9} \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 5/64 \\ 3/32 \\ 1/8 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} (2.0) \\ (2.4) \\ (3.2) \end{array} \right\}$	3	3/32			(2.4)					
					$\left\{ \begin{array}{l} 5/32 \\ 3/16 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} (4.0) \\ (4.8) \end{array} \right\}$						
								ENiCrFe-3	$\left\{ \begin{array}{l} 5/64 \\ 3/32 \\ 1/8 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} (2.0) \\ (2.4) \\ (3.2) \end{array} \right\}$	2	

ANSI/AVVS A 5.14-83, "Nikel ve nikel alaşımı çiplak kaynak çubukları ve elektrodları için spesifikasyon" (özetle)

TABLO 1
KİMYASAL BİLEŞİM GEREKLERİ % AĞIRLIK ^{a,b}

AWS sınıflandırması	UNS no ^c	C	Mn	Fe	P	S	Si	Cu	Ni ^d	Co	Al	Ti	Cr	Cb + Ta	Mo	V	W	Toplam diğer elementler
ERNi-1	N02061	0.15	1.0	1.0	0.03	0.015	0.75	0.25	93.0 min	—	1.5	2.0 to 3.5	—	—	—	—	—	0.50
ERNiCu-7	N04060	0.15	4.0	2.5	0.02	0.015	1.25	Rem to 62.0	—	—	1.25 to 3.0	1.5	—	—	—	—	—	0.50
ERNiCr-3	N06082	0.10	2.5 to 3.5	3.0	0.03	0.015	0.50	0.50	67.0 min	e	—	0.75	18.0 to 22.0	2.0 to 3.0 ^f	—	—	—	0.50
ERNiCrFe-5	N06062	0.08	1.0	6.0 to 10.0	0.03	0.015	0.35	0.50	70.0 min	e	—	—	14.0 to 17.0	1.5 to 3.0 ^f	—	—	—	0.50
ERNiCrFe-6	N07092	0.08	2.0 to 2.7	8.0	0.03	0.015	0.35	0.50	67.0 min	—	—	2.5 to 3.5	14.0 to 17.0	—	—	—	—	0.50
ERNiFeCr-1	N08065	0.05	1.0	22.0 ^g	0.03	0.03	0.50	1.50 to 3.0	38.0 to 46.0	—	0.20	0.60 to 1.2	19.5 to 23.5	—	2.5 to 3.5	—	—	0.50
ERNiMo-1	N10001	0.08	1.0	4.0 to 7.0	0.025	0.03	1.0	0.50	Rem	2.5	—	—	1.0	—	26.0 to 30.0	0.20 to 0.40	1.0	0.50
ERNiMo-2	N10003	0.04 to 0.08	1.0	5.0	0.015	0.02	1.0	0.50	Rem	0.20	—	—	6.0 to 8.0	—	15.0 to 18.0	0.50	0.50	0.50
				4.0									4.0		23.0			
AWS sınıflandırması	UNS no ^c	C	Mn	Fe	P	S	Si	Cu	Ni ^d	Co	Al	Ti	Cr	Cb + Ta	Mo	V	W	Toplam diğer elementler
ERNiMo-3	N10004	0.12	1.0	to 7.0	0.04	0.03	1.0	0.50	Rem	2.5	—	—	to 6.0	—	to 26.0	0.60	1.0	0.50
ERNiMo-7	N10665	0.02	1.0	2.0	0.04	0.03	0.10	0.50	Rem	1.0	—	—	1.0	—	to 30.0	—	1.0	0.50
ERNiCrMo-1	N06007	0.05	1.0	18.0 to 21.0	0.04	0.03	1.0	to 2.5	Rem	2.5	—	—	21.0 to 23.5	1.75 to 2.50	5.5 to 7.5	—	1.0	0.50
ERNiCrMo-2	N06002	0.05 to 0.15	1.0	17.0 to 20.0	0.04	0.03	1.0	0.50	Rem	0.50 to 2.5	—	—	20.5 to 23.0	—	8.0 to 10.0	—	to 1.0	0.50
ERNiCrMo-3	N06625	0.10	0.50	5.0	0.02	0.015	0.50	0.50	58.0 min	—	0.40	0.40	20.0 to 23.0	3.15 to 4.15	8.0 to 10.0	—	—	0.50
ERNiCrMo-4	N10276	0.02	1.0	4.0 to 7.0	0.04	0.03	0.08	0.50	Rem	2.5	—	—	14.5 to 16.5	—	15.0 to 17.0	0.35	to 4.5	0.50
ERNiCrMo-7	N06455	0.015	1.0	3.0	0.04	0.03	0.08	0.50	Rem	2.0	—	0.70	14.0 to 18.0	—	14.0 to 18.0	—	0.50	0.50
ERNiCrMo-8	N06975	0.03	1.0	Rem	0.03	0.03	1.0	0.7 to 1.20	47.0 to 52.0	—	—	—	0.70 to 1.50	23.0 to 26.0	5.0 to 7.0	—	—	0.50
ERNiCrMo-9	N06985	0.015	1.0	18.0 to 21.0	0.04	0.03	1.0	to 2.5	Rem	5.0	—	—	21.0 to 23.5	0.50	6.0 to 8.0	—	1.5	0.50

Notlar:

a. İlâve metal, bu tabloda gösterilen özgül elementler için tahlil edilecektir. Çalışma sırasında başka elementlerin varlığı görülürse bunların miktarları, tablonun son sütunundaki "Öbür elementler, toplam"ını aşmadığından emin olmak için saptanacaktır.

b. Başka türlü bildirilmedikçe, tek değerler maksimumdur.

c. Metal ve Alaşımlar için SAE/ASTM Birleşik Numaralaması

d. Arızî kobalt dahil

e. Belirtilmişse, kobalt-0.12 max.

f. f. Belirtilmişse, tantal-0.30 max.

g. Minimum

TABLO A2
Tipik kaynak metali çekme özellikleri

AWS sınıflandırması	psi	MPa
ERNi-1	55 000	380
ERNiCu-7	70 000	480
ERNiCr-3	80 000	550
ERNiCrFe-5		
ERNiCrFe-6		
ERNiFeCr-1		
ERNiMo-1	100 000	690
ERNiMo-2		
ERNiMo-3		
ERNiMo-7	110 000	760
ERNiCrMo-1	85 000	590
ERNiCrMo-8		
ERNiCrMo-9		
ERNiCrMo-2	95 000	660
ERNiCrMo-3	110 000	760
ERNiCrMo-4	100 000	690
ERNiCrMo-7		

a. Çekme mukavemeti, kaynaktan çıktığı hal koşulunda.

Deneyler

İlâve metalin kendisinin kimyasal analizi, bu spesifikasyonun kapsamı içindeki bir ürünün sınıflandırılması için gereken tek deneydir.

Bunda da müracaat yöntemi, elektrodlardakinin aynıdır.

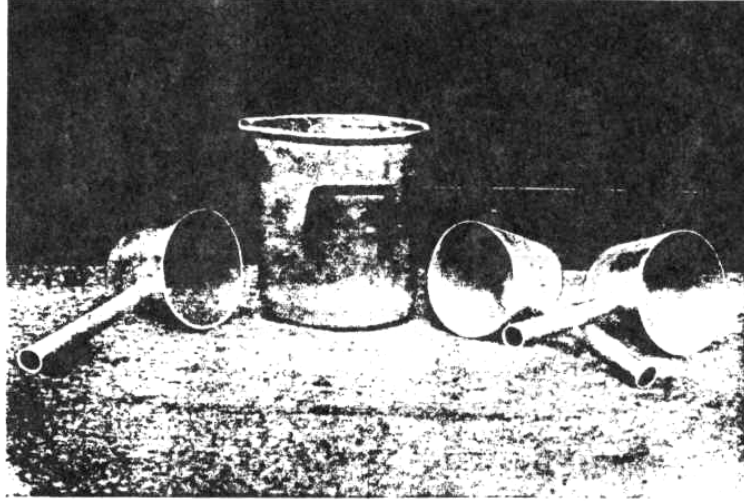
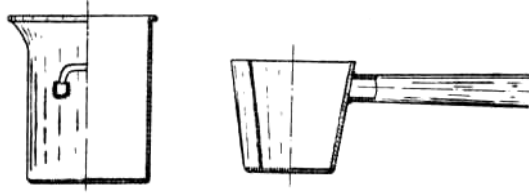


Fig. 1



Ark kaynağının her türünün henüz emekleme çağında olduğu yüzyılımızın yirmili yıllarında oksî-asetilen kaynağı az çok oturmuş bir teknik halindeydi. Yu-kardaki fotoğrafta, nikelden kaynakla imal edilmiş bir kova ve maşrapalar görülüyor. Saplar da, saç kıvrılıp kaynak edilerek meydana getirilmiş.