

GEV

Gedik Eğitim Vakfı

Kaynak Teknolojisi Eğitim Araştırma ve Muayene Enstitüsü

Yayın No: 3

GAZALTI ARK KAYNAĞI (TIG • MIG • MAG)

Prof. Dr. Selâhaddin ANIK

Doc. Dr. Murat Vural

ÖNSÖZ

Günümüzde kaynak teknolojisi, son derece yaygınlaşmış, kaynak yöntemlerinden birini veya birkaçını kullanmayan herhangi bir atölye, fabrika, şantiye vs. görmek hemen hemen imkânsız hale gelmiştir. Gazaltı ark kaynağı ise, eritme esaslı kaynak yöntemleri arasında en çok kullanılan kaynak yöntemi haline gelmiş ve kullanım oranı gün geçtikçe artmaktadır.

Bu kitap, gazaltı ark kaynağı konusunda ihtiyaç duyulan teorik ve pratik bilgileri içerecek tarzda hazırlanmış olduğundan, endüstriyel işletmelerde hem mühendis kademesinde hem de kaynakçı kademesinde kullanılabilecek bir yapıya sahiptir.

Ayrıca kaynak teknolojisi ile ilgili derslerin mevcut olduğu her kademedeki eğitim kurumunda ve kaynak kurs merkezlerinde de başvurulacak bir ders ve kurs kitabı niteliğindedir.

Gedik Eğitim Vakfı'nın yayınladığı üçüncü kitap olan "Gazaltı Ark Kaynağı - TIG -MIG - MAG" adlı bu eserin konu ile uğraşanlara faydalı olmasını dileriz.

S. ANIK - M. VURAL

İÇİNDEKİLER

1. BÖLÜM - GAZALTI ARK KAYNAK YÖNTEMLERİ

1.1.	Giriş	1
1.2.	Yöntemlerin Tarihçesi	1
1.3.	Yöntemlerin Sınıflandırılması	

2. BÖLÜM - İLAVE (DOLGU) METALLER VE KORUYUCU GAZLAR

2.1.	Elektrodlar	6
2.2.	TIG Kaynağında Kullanılan Kaynak Telleri ve Çubukları	6
2.3.	TIG Kaynak Çubukları Hakkında İpuçları	7
2.4.	Tel Elektrodlar	9
2.4.1	Üretim	9
2.4.1.1.	Masif Tel Elektrodların Üretimi	9
2.4.1.2.	Özlü Tel Elektrodların Üretimi	13
2.4.2.	Alaşım-sız ve Düşük Alaşım-lı Yapı Çelikleri İçin Tel Elektrodlar	15
2.4.2.1	Masif Tel Elektrodlar	15
2.4.2.1.	Özlü Tel Elektrodlar	15
2.4.2.2.	Çeşitli Standartlara Göre Masif ve Özlü Tel Elektrodlar	15
2.4.3.	Yüksek Alaşım-lı Çelikler İçin Tel Elektrodlar	24
2.4.4.	Dökme Demirlerin Gazaltı Kaynağı İçin Kaynak Çubukları	31
2.4.5.	Demirdışı Metal ve Alaşım-larının Gazaltı Kaynağı İçin Kaynak Telleri ve Çubukları	32
2.4.5.1.	Alüminyum ve Alaşım-ları İçin	32
2.4.6.	Uygun Tel Elektrodun Seçimi İçin Kriterler	37
2.5.	Koruyucu Gazlar	37
2.5.1.	TIG Kaynağında Kullanılan Koruyucu Gazlar	39
2.5.2.	TIG kaynağında Kökün Korunması için Gazlar	41
2.5.3.	MIG Kaynağında Kullanılan Koruyucu Gazlar	41
2.5.4.	MAG Kaynağında Kullanılan Koruyucu Gazlar	43
2.5.4.1.	Geleneksel Yöntemlerde	43
2.5.4.2.	T.I.M.E. Proses	44
2.5.4.3.	Diğer Yöntemlerde	45
2.6.	Tel - Koruyucu Gaz Bileşimi	46
2.6.1	Kaynak Metalinin Kimyasal Bileşimi	46
2.6.2.	Mekanik-Teknolojik Özellikler	47

3. BÖLÜM - GAZALTI TUNGSTEN ARK (TIG) KAYNAĞI

3.1	Giriş	50
3.2	Elle TIG Kaynağında Kullanılan Ekipman	52
3.2.1.	TIG Torcu	52
3.2.1.1.	Tungsten Elektrodlar	52
3.2.1.2.	Su Soğutmalı TIG Kaynak Torcu	54
3.2.1.3.	Gaz Merceği	56
3.2.2	TIG Kaynağında Kullanılan Kaynak Makinaları	57
3.2.2.1	Kontrol Üniteleri	60
3.2.2.1.1.	TIG Kaynağında Elektrodun Tutuşturulması	62
3.2.2.1.2.	Krater Doldurma Tertibatları	65
3.2.2.2.	Akım Türü ve Kutuplama Şekli	65
3.3.	TIG Kaynağında Kaynak Ağız Şekilleri ve Ağız Hazırlığı	69
3.4.	TIG Kaynağında Çalışma Tekniği	73
3.4.1.	Puntalama	73
3.4.2.	Arkın Tutuşturulması	73
3.4.3.	Torcun Tutuluşu ve İlerletilişi	73
3.4.4.	Kaynak İlave Telinin Görevleri	74
3.4.5.	Kökün Korunması	75
3.5.	Kaynak Parametrelerinin Etkileri	78
3.5.1.	Koruyucu Gaz Akış Debisi	78
3.5.2.	Elektrodun Durumu	80
3.5.3.	Akım Türü ve Kutuplamanın Etkisi	84
3.5.4.	Akım Şiddeti, Ark Gerilimi ve Kaynak Hızını Etkisi	84
3.5.5.	Akım İmpulslarıyla Kaynak	85
3.6.	TIG Kaynağındaki Hatalar	86
3.7.	TIG Orbital - Kaynağı	95
3.7.1.	Yöntemin Esası	95
3.7.2.	Orbital Kaynak Donanımı	95
3.7.2.1.	Kaynak Kafası	95
3.7.2.2.	Akım Üreteçleri	97
3.7.2.3.	Tel İlerletme Ünitesi	98

3.7.2.4. Kaynak İşlemi	98
3.7.2.5. İşlemin Ekonomikliği	98
4. BÖLÜM - GAZALTI METAL ARK (MIG/MAG) KAYNAĞI	
4.1. Giriş	99
4.2. Yöntemin Prensibi	99
4.3. MIG/MAG Kaynağında Kullanılan Kaynak Akım Üreteçleri	102
4.3.1. Ark Karakteristiği	102
4.3.2. MIG/MAG Kaynak Makinalarının Karakteristiği	103
4.3.3. MIG/MAG Kaynak Donanım Türleri	106
4.3.4. MAG-CP veya Transpuls Kaynak Makinaları	115
4.3.4.1. Giriş	115
4.3.4.2. MAG-CP ve Transpuls Kaynak Makinalarının Karşılaştırılması	116
4.3.4.2.1. CP-Akım Üreteçleri	116
4.3.4.2.2. Transpuls Ayar Elemanları	116
4.3.4.3. Tek Anahtardan Kontrol	117
4.3.5. Uygun Güçte Kaynak Makinası Seçimi	119
4.4. Tel iletme Cihazları	120
4.5. Kontrol Ünitesi	126
4.6. Hortum Paketi	128
4.7. MIG/MAG Kaynak Torçları	130
4.7.1. Torçların Yapıları	131
4.7.1.1. Kontak Borusu	131
4.7.1.2. Koruyucu Gaz Memesi	134
4.7.1.3. Sıçramaların Yapışmasını Önleyen Ayırıcı Maddeler	139
4.7.2. Torçların Türleri	142
4.8. Basınç Düşürme Manometresi ve Debimetre	146
4.9. Arkta Malzeme Geçiş	150
4.9.1. Kısa Ark-Orta (Ara) Ark Bölgesi	151
4.9.2. Orta (Ara) Ark Bölgesi	151
4.9.3. Orta (Ara) Ark - Sprey Ark (MAGM) Sınır Bölgesi	151
4.9.4. Orta (Ara) Ark - Uzun Ark (MAGC) Bölgesi	152
4.9.5. İmpuls Ark Bölgesi	152
4.9.6. Karışım Gazlarda Kritik Sınırların Aşılması	153

4.9.7. Çalışma Bölgeleri Aracılığıyla Eğitim	153
4.9.8. Özet	153
4.10. Pinch-Effekt	154
4.10.1. Pinch Kuvveti ve Pinch Etkisi	154
4.10.2. Ara (Orta) Ark Durumunda Pinch Kuvveti	155
4.10.3. Sprey Ark Durumunda Pinch Kuvveti	156
4.10.4. İmpuls Ark Durumunda Pinch Kuvveti	156
4.10.5. Geri Darbe Durumunda Pinch Kuvveti	157
4.10.6. Değerlendirme	157
5. BÖLÜM - MIG/MAG KAYNAĞINDA ÇALIŞMA TEKNİĞİ	
5.1. MIG/MAG Kaynak Donanımının Ayarlanması	158
5.2. Kaynak Parametreleri İçin Doğru Değerler	159
5.3. Tel Elektrod Çapı	159
5.4. Elektrod İlerleme Hızı ve Kaynak Akımı	160
5.5. Boşta Çalışma Gerilimi ve Kaynak Gerilimi	166
5.6. Çalışma Tekniği	167
5.7. Elle Kaynak	167
5.8. Torcun Tutuluşu	172
5.9. Puntalama	180
5.10. Yukarıdan Aşağıya ve Aşağıdan Yukarıya Kaynak	181
5.11. Tavan ve Korniş (Ufki) Pozisyonunda Kaynak	184
5.12. Boru Birleştirmelerinde Pozisyon Kaynağı	185
5.13. Tam Mekanize Kaynak	185
5.14. Kalın Saçların Kaynağı	190
5.15. Banyo Emniyeti ve Parça Kenarlarının Birbirine Uyumu	193
5.16. MIG/MAG Kaynağında Kaynak Dikişlerinde Görülen Hatalar	195
5.16.1. Gözenek Oluşumu	196
5.16.1.1. Azot Nedeniyle Gözenek Oluşumu	196
5.16.1.2. Hidrojen Nedeniyle Gözenek Oluşumu	196
5.16.1.3. Karbonmonooksit Nedeniyle Gözenek Oluşumu	197
5.16.2. Çatlak Oluşumu	198
5.16.2.1. Kaynak Metalindeki Çatlaklar	198
5.16.2.2. Isının Tesiri Altındaki Bölgedeki (ITAB'daki) Çatlaklar	198
5.16.3. Yetersiz Nüfuziyet	198

5.16.4. Birleşme Hatası	200
5.16.5. Cüruf Kalıntıları	201
5.16.6. Yanma Olukları (Yanma Çentikleri)	202
5.16.7. Sıçrama	204
5.16.8. Düzensiz Dikiş Profili	206
5.16.9. Dikişin Görünüşü	209
5.17. Çeşitli Malzemelerin Gazaltı Kaynağı	209
5.17.1. İnce Taneli Yapı Çeliklerinin Kaynağı	209
5.17.1.1. Isının Tesiri Altındaki Bölge - ITAB	210
5.17.1.2. Çizgisel Enerji E (J/cm)	210
5.17.2. Paslanmaz ve Yüksek Alaşımli Çeliklerin MIG/MAG Kaynağı	214
5.17.3. Alüminyum ve Alaşımlarının TIG - MIG Kaynağı	218
5.17.4. Titanyum esaslı malzemelerin TIG kaynağı	222
6. BÖLÜM - ÖZLÜ TEL ELEKTRODLA ARK KAYNAĞI	
6.1. Giriş	224
6.2. Yöntemin Temel Prensipleri	224
6.3. Kaynak Donanımı	226
6.3.1. Yarı Mekanize Kaynak Donanımı	227
6.3.2. Tam Mekanize Kaynak Donanımı	230
6.4. Koruyucu Gazlar	232
6.4.1. Karbondioksit	232
6.4.2. Karışım Gazlar	232
6.5. Kaynak Yapılabilen Malzemeler	233
6.6. Özlü Tel Elektrodlar	233
6.7. Yöntem Karakteristikleri	235
6.7.1. Kaynak Akımı	235
6.7.2. Ark Gerilimi	235
6.7.3. Serbest Elektrod Boyu (Kontak Borusu Mesafesi)	235
6.7.4. Kaynak Hızı	236
6.7.5. Koruyucu Gaz Akışı	236
6.7.6. Elektrod Açısı	236
6.8. Bağlantı Tasarımı ve Kaynak Prosedürü	237
6.9. Kaynak Hataları ve Nedenleri	241
6.10. Özlü Telle Ark Kaynağının Avantaj ve Dezavantajları	242

7. BÖLÜM - MIG/MAG KAYNAĞINDA EKONOMİKLİK	
7.1. Giriş	244
7.2. Tam Mekanizasyona ve Otomatizasyona Uygunluk	244
7.3. Eritme Gücü	245
7.4. Yan Süreler ve Devrede Kalma Süresi	245
7.5. Distorsiyon (Çekme ve Çarpılma)	246
7.6. Güç Karşılaştırması	247
7.7. Kaynak Metali Miktarı	247
7.8. Malzeme Maliyetleri	249
7.9. Uygulanabilirlik	250
7.10. MIG/MAG Kaynağında Maliyet Hesabı	251
8. BÖLÜM - GAZALTI ARK KAYNAĞINDA SAĞLIK VE GÜVENLİK	
8.1. Giriş	254
9. BÖLÜM - GAZALTI ARK KAYNAĞI İÇİN AYAR DEĞERLERİ	265
FAYDALANILAN ESERLER	284

1. BÖLÜM

GAZALTI ARK KAYNAK

YÖNTEMLERİ

1.1. Giriş

Bugün bir konstrüksiyon elemanının kaynağında - örneğin bir çelik köprü, boru hattı, biçerdöver, otomobil veya mobil kren -, bilinen eritme kaynak yöntemlerini kullanmaktayız. Bu yöntemler aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir:

- geleneksel yöntemler; günümüzde, belirli talepleri karşılamak amacıyla halen yaygın şekilde uygulanan gaz eritme kaynağı,
- yine günümüzde, belirli uygulama alanlarında öncelikle kullanılan, bilinen örtülü çubuk elektrodlarla yapılan elektrik ark kaynağı,
- birleştirme yöntemlerinin nispeten yeni bireyi olan koruyucu gaz altında ark kaynağı; kısaca gazaltı ark kaynağı.

Koruyucu gaz, "çıplak tel" ile kaynak yaptığımızda, eriyik halindeki kaynak banyosu ile çevresindeki hava atmosferinin temasını keser. Kaynak banyosunun bu şekilde örtülmesi, gaz eritme kaynağında nötr oksii-asetilen aleviyle, elektrik ark kaynağında ise çubuk elektrodun gaz haline geçen örtüsüyle sağlanır.

Doğal olarak şu soru akla gelebilir: Gazaltı ark kaynağı, eski kaynak uygulamaları arasında hangi oranda uygulanmaktadır? Günümüzde eritme kaynak yöntemleriyle birleştirilmiş yapı çeliklerinin en az % 60'ı "gazaltı ark kaynaklı" dır. Yaklaşık % 10'u tozaltı ark kaynaklıdır ve kalanı da örtülü çubuk elektrodlarla kaynak yapılmaktadır- bu gruplandırmada gaz eritme kaynağını ihmal edebiliriz .

1.2. Yöntemlerin Tarihçesi

Eriyik halindeki kaynak banyosunun bir gazla korunması fikri oldukça eskidir. İlk defa 1926 yılında ortaya atılan Alexander usulünde kaynak dikişi metanol gazı ile korunmuş ve daha sonraları 1928'de de **Arcogen** usulü geliştirilmiştir. Bu usulde hem bir elektrod hem de oksii-asetilen alevi birlikte kullanılmıştır. Burada üfleç alevi, dikişi havanın etkisinden korumaktaydı. Bugün bu usullerin her ikisi de terkedilmiştir.

Diğer taraftan, kaynak metalinin atmosferin etkilerine karşı korunması, sistemli bir şekilde incelenmiş ve yine 1926 yılında Amerika Birleşik Devletlerinde Weinmann ve Langmuir tarafından hidrojen'in bir koruyucu gaz olarak kullanılmasıyla **arkatom** usulü uygulama alanına girmiştir.

Koruyucu gaz olarak inert bir gazın kullanılması, ancak 1930 yılında Amerika Birleşik Devletlerinde **Hobart** ve **Devers** tarafından patent olarak alınmış ve 1940 yılında da **Nortrop Aircraft Company Inc.** firması tarafından, uçak inşaatında magnezyum ve alaşımlarının kaynağında kullanılmıştır. Burada önce helyum gazı kullanılmış ve daha sonra da 1942 yılında **Linde Air Product Company** ve **Union Carbide and Carbon Corporation** tarafından hem helyum ve hem de argon gazları kullanılarak hafif metal ve alaşımlarının kaynağı yapılmıştır. Inert gazlardan başka kaynak yerinde karbondioksit gibi aktif bir gazın kullanılması konusundaki ilk çalışmalara 1952 yılında başlanmıştır. Bugün çeşitli inert gaz ve aktif gazların kullanıldığı, donanımı aynı ancak gaz karışımları farklı olan çeşitli gazaltı ark kaynak yöntemleri mevcuttur.

1.3. Yöntemlerin Sınıflandırılması

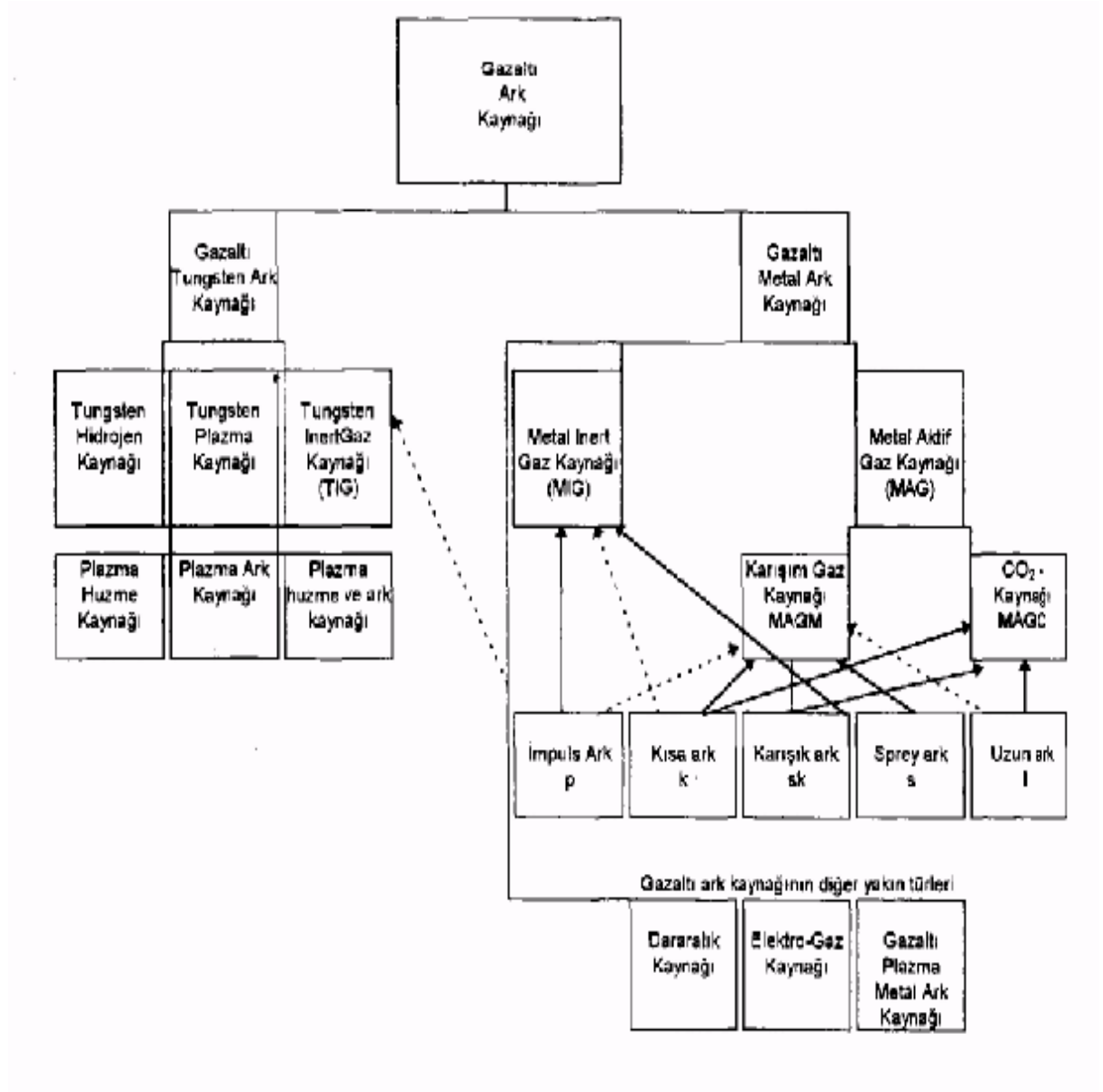
Gazaltı ark kaynak yöntemleri, elektrod, koruyucu gaz ve ark türüne göre sınıflandırılabilir. Tablo 1.1, bu prensiplere göre gazaltı ark kaynak yöntemlerinin sınıflandırılmasını göstermektedir. İlk büyük sınıflandırma, elektrod türüne göre yapılmıştır. Burada yöntemler, erimeyen ve eriyen elektrod olarak gruplandırılabilir. Erimeyen elektrodlar tungsten'den mamuldür ve yöntem grupları bu nedenle **Gazaltı Tungsten Ark Kaynağı (GTAK)** olarak adlandırılmıştır. Eriyen elektrodlar ise hem ark taşıyıcı hem de ilave metal görevi yaptığından ve genellikle kaynak yapılan metalle aynı kimyasal bileşime sahip olduğundan, bu yöntem **Gazaltı Metal Ark Kaynağı (GMAK)** olarak adlandırılır.

Bu iki ana grubun alt grupları, kullanılan koruyucu gaz türüne göre yapılabilir.

Gazaltı Tungsten Ark Kaynağında bazı durumlarda Argon-Hidrojen karışımları, ancak çoğu uygulamada da inert (soy) gazlar kullanılır. İnert, eski grekçe bir kelimedir ve "reaksiyona isteksiz" anlamına gelmektedir. Bütün soy gazlar bu gruba dâhildir. Yüksek sıcaklıkta diğer maddelerle bileşik oluşturmazlar; ayrıca, kaynak sırasında da nötr özelliklerini korurlar. Sözü edilen inert gazların tümü, Plazma Kaynağında (PK) kullanılırken, Tungsten Inert Gaz kaynağında (TIG) bunlardan sadece argon, helyum veya ikisinin karışımı kullanılmaktadır. Tungsten hidrojen kaynağında (THK) ise kaynak sırasında çevre atmosferi hidrojen gazı ile uzaklaştırılmaktadır. Ark türüne göre plazma ark kaynağı, plazma huzme kaynağı (PHK), plazma ark kaynağı (PAK) ve plazma huzme-plazma ark kaynağı (PHAK) olarak alt gruplara ayrılabilir.

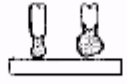
Gazaltı metal ark kaynağında hem inert hem de aktif gazlar kullanılabilir. Bu nedenle gazaltı metal ark kaynağı, Metal Inert Gaz (MIG) kaynağı ve Metal Aktif Gaz (MAG) kaynağı olarak ayrılır. Nüfuziyet formu, dikişin görünüşü ve sıçrama oluşumu, kullanılan aktif gaz türünün eritme gücüne bağlı olan Metal Aktif Gaz kaynağı, koruyucu gaz türüne göre, eğer aktif gaz (CO_2 ve O_2) bileşenleri olan argon esaslı bir koruyucu gaz kullanılıyorsa MAG-M kaynağı ve kaynak karbondioksiti (CO_2) kullanılıyorsa MAG-C kaynağı olarak alt gruplara ayrılır.

Tablo 1.1. Gazaltı ark kaynak yöntemlerinin sınıflandırılması



Ark türüne göre başka bir sınıflandırma yapmak da mümkündür. Arkın oluşum şekli, kısa devre yapma eğilimine ve malzeme geçiş moduna göre belirlenir. Çeşitli ark türlerinin karakteristik özellikleri Tablo 1.2'de verilmiştir.

Tablo 1.2, Ark türlerinin sınıflandırılması

Ark türü	Damla büyüklüğü	Tel çapı / damla çapı ilişkisi	Malzeme geçişi
Kısa ark, MAGM ve MAGC	ince damla		kısa devre halinde
Ortaboy ark MAGM ve MAGC	ince ila iri damla		kısa devre eğilimli
Sprey ark MAGM	çok ince damla		kısa devresiz
Uzun ark MAGC	iri damla		kısa devre eğilimli
İmpuls ark MAGM	ince damla		kısa devresiz

Ancak ark türleri, ancak belirli şartlar altında mümkün olabileceğinden, bunların kaynak yönteminden bağımsız olarak seçilebileceği düşünülmemelidir. Bu malzeme geçiş formları, tüm gazaltı metal ark kaynak yöntemlerinde, uygun akım şiddeti ve buna bağlı ark gerilimi ile ayarlanır ve doğal olarak kullanılan koruyucu gaz türüne göre kısa devre frekansı ve damla büyüklüğü tarafından belirlenir.

Tablo 1.2'de verilen çok ince ila iri damla büyüklükleri, tel elektrodun çapına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

- çok ince damla < tel çapı
- ince damla $\approx$ tel çapı
- iri damla > tel çapı

İmpuls ark, uygun bir impuls kaynak makinası olması halinde, impuls yüksekliği ve impuls frekansı ile ayarlanabilir; ancak istenen etki sadece belirli koruyucu gazlarla sağlanabilir. Bu nedenle impuls ark,

sadece MIG kaynağında ve argonca zengin karışım gazların kullanıldığı gazaltı metal ark kaynağında mümkündür. Akım impulsu tamamen ayrı bir olaydır ve TIG kaynağında ve bazı özel durumlarda plazma ark kaynağında da uygulanabilir.

Sprey ark veya uzun ark ayarı, sadece kullanılan koruyucu gaza bağlıdır. MIG kaynağında ve argonca zengin karışım gazların kullanıldığı kaynakta, yüksek akım şiddetinde uygun bir sprej ark elde edilebilirken, karbondioksit veya yüksek oranda karbondioksit içeren karışım gazların kullanılması halinde uzun ark oluşur.

Tablo 1.2.'de verildiği gibi, bu standart ark türlerinin yanında, pratikte karışık ark veya ara ark da denilen, ilave bir ark türü daha mevcuttur. Orta boy ark olarak adlandırılan bu ark, esas olarak ayar parametrelerine bağlıdır ve damla büyüklüğü olarak kısa devre eğilimli olup kısa ark ile sprej veya uzun ark arasındadır.

2. BÖLÜM

İLAVE (DOLGU) METALLER VE

KORUYUCU GAZLAR

2.1. Elektrodlar

Gazaltı ark kaynağında akım ileten teller veya çubuk elektrodlar kullanılır. **Sürekli elektrod** olarak da adlandırılan, erimeyen ve sadece ark taşıyıcı olarak görev yapan elektrodlar, kaynak ilave malzemesi olarak adlandırılmaz. Bu nedenle gazaltı tungsten ark kaynağında (TIG) tungsten elektrodlar S.Bölüm'de ele alınmıştır. Gazaltı metal ark kaynağında (MIG/MAG) ise tel elektrodlar kullanılmaktadır.

2.2. TIG Kaynağında Kullanılan Kaynak Telleri ve Çubukları

Gazaltı tungsten ark kaynak yöntemlerinde (TIG-, THK-, PK-, PHK-, PAK- ve PHAK-kaynak yöntemleri), akım taşımadan eriyen kaynak telleri veya çubukları formunda kullanılan kaynak çubukları, aşağıdaki standartlarda verilmiştir.

TS EN 1668 - alaşımsız ve düşük alaşımlı çelikler için

TS 5671 - bakır ve bakır alaşımları için

TS 6204 - alüminyum ve alüminyum alaşımları için

TS 6206 - nikel ve nikel alaşımları için

TS 7708 - titanyum ve titanyum alaşımları için

TS 11197 - paslanmaz ve yüksek sıcaklığa dayanıklı çelikler için kaynak telleri ve çubukları.

Tablo 2.1'de, TS EN 1668'e göre kaynak çubuklarının çapları ve boyları verilmiştir.

7 Tablo 2.1. TS EN 1668'e göre kaynak çubuklarının çap ve boyları

Çap (mm) TIG-kaynağı için anma ölçüsü ¹⁾	Müşade edilen sapmalar	Boy ²⁾
1,0		
1,2		
1,6		
2,0	± 0,10	1000 ± 5 ³⁾
2,4		
3,0		
3,2		
4,0		
5,0	± 0,15	
1) 1,2, 2,4, 3 ve 3,2 mm dışında ISO 544'deki değerler geçerlidir. 2) ISO 546'daki değerler geçerlidir. 3) Diğer boylar birleştirilebilir.		

2.3. TIG Kaynak Çubukları Hakkında İpuçları

Doldurma kaynağı için sert metal alaşımlarından döküm yoluyla da 4 ila 12 mm çapında ve 350 ila 1000 mm boyunda çubuklar üretilebilir.

Kaynak telleri ve çubukları, tel elektrodlarla aynı şekilde (Madde 2.4.1'e bakınız) üretilir ancak çap toleransları ve yüzey kaliteleri, akım iletmeleri gerekmediğinden yüksek talepleri karşılamaz.

DİKKAT:

Kaynak teli olarak, esas metal sacından kesilmiş şeritleri değil, piyasada satılan kaynak tellerini kullanınız.

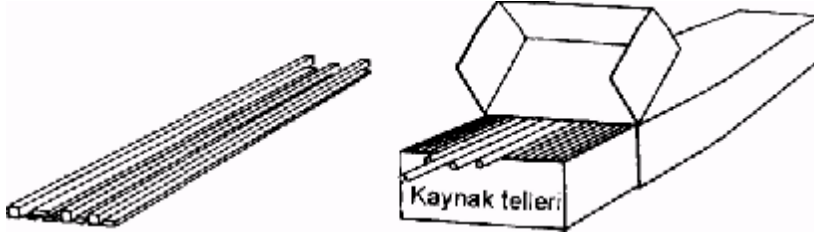
ÇÜNKÜ:

Saçtan kesilen şeritlerin temizlenmemiş kenarlar oksit içerir ve kaynak metaline safiyetsizlikleri taşır. Bundan başka saç şeritler, arktaki yanmanın dengelenmesi bakımından genellikle gerekli olan, kısmen yüksek alaşım içeriğine sahip değildir. (Stabilize CrNi-Çeliklerinde örneğin kaynak çubuğunda stabilizasyon elemanları olarak kullanılan tantal/niyobyum bulunur; oysa saçlarda genellikle sadece titanyum bulunur ve bu da ark içinde kısmen yanar). Saç şeritler kaynak metalini metalürjik olarak etkileme gücüne sahip değildir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Kaynak metalinde oksit oluşur. Kötü kalite değerinde kaynak metali elde edilir ve bu tip hata giderilemez.

GÖSTERİM:



Yanlış

Doğru

DİKKAT:

Alüminyum ve alaşımlarının TIG ve MIG kaynağında doğru kaynak ilave telini seçim/. Esas metalin alüminyum alaşımı ile aynı (tir ilave metalin uyumlu olup olmayacağına dikkat ediniz).

ÇÜNKÜ:

Saf alüminyum -örneğin gıda endüstrisindeki uygulamalar için- aynı tür ilave metalle kaynak edilmelidir. Ancak tüm alaşımlarda, Mg veya Si veya her ikisinin de bulunması halinde, çatlak oluşumundan kaçınmak ve kaynak telinin dikişteki dayanımını sürdürebilmek için ilave metal özenle seçilmelidir. Bu durumda, kaynak ilave telinin daha yüksek alaşım içerikli seçilmesi zorunluluğu da ihtimal dahilindedir. Gerektiğinde esas metali veya ilave metali sağlayan satıcıya sorulmalıdır. Örneğin yüksek yapılarda taşıyıcı elemanların kaynağı gibi

durumlarda, esas metal ile ilave metalin birbirine uygunluğu test edilmelidir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Kaynak dikişinde çatlak oluşur ve kaynaklı bağlantı dayanım veya şekillendirilebilme bakımından zayıflar. Bu hatanın giderilmesi için kaynak ilave metalinin baştan yanlış seçilmemesi sağlanmalıdır. Veya tüm kaynak dikişleri sökülmeli ve yeniden kaynak edilmelidir (??).

GÖSTERİM:

Esas metal	Kaynak ilave teli (DIN 1732'ye göre kısa gösterim)
Saf alüminyum	S-Al 99,5 Ti
AlMn	S-AlMn, gerektiğinden S-Al 99,5 Ti
AlMg, AlMgMn	S-AlMg 3, S-AlMg 5 (her bir Mg-içeriğine göre)
AlMgSi	S-AlSi 5 (iyi akıcılığı olan kaynak banyosu) veya S-AlMg 5 (daha viskoz banyo, kaynak dikişinin daha iyi şekillendirilebilirliği)
AlZnMg	S-AlMg4,5Mn veya S-AlMg 5

DİKKAT:

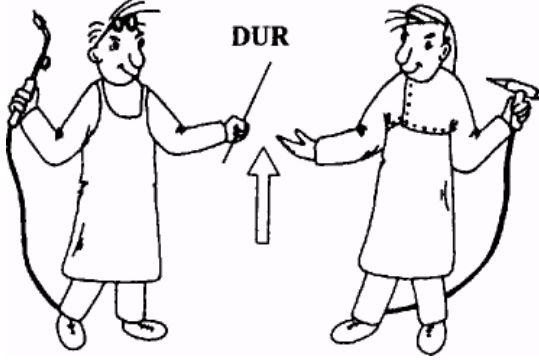
TIG kaynak ilave malzemesi olarak hiçbir zaman gaz (oksi-asetilen) kaynak telini kullanmayınız. Sadece TIG kaynağı için üretilmiş kaynak tellerini kullanınız. Sakin dökülmemiş (kaynar dökülmüş) çelikler mutlaka sadece kaynak ilave teli kullanarak kaynak edilmelidir.

ÇÜNKÜ:

Gaz kaynak çubukları, argon arkı içinde erimeye uygun değildir. Kaynak dikişinde gözenek oluştururlar. Bu nedenle üreticiler, alaşım içeriği (özellikle mangan ve silisyum) argon arkına uygun olan alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerden TIG kaynak çubukları satar. Sakin dökülmüş çelik kalitesinde ince saçlar, genel olarak ilave metal olmadan da kaynak edilebilir (bu durumda kaynak banyosu küçük tutulmalıdır). Sakin dökülmüş çeliklerden saçlarda, ilave telsiz kaynak sırasında daima gözenek oluşma tehlikesi mevcuttur.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Gözenek oluşur. Bu nedenle gerekirse oksii-asetilen kaynağı ve TIG-kaynağı ilave tellerini ayrı ayrı depolayınız.

GÖSTERİM:**2.4. Tel Elektrodlar 2.4.1. Üretim****2.4.1.1. Masif Tel Elektrodların Üretimi**

Gazaltı Metal Ark (MIG/MAG) Kaynağında kullanılan tel elektrodlar, kural olarak kaynak yapılan metalle aynı tür veya benzer kimyasal bileşime sahip olup soğuk çekme işlemiyle imal edilirler. Bu işlem için başlangıç ürünü, 5,5 ila 6,0 mm çapında sıcak haddelenmiş tellerdir.

Çekme işlemi başlamadan önce, sıcak haddelemekten kalan yüzey oksitlerinin temizlenmesi için bir dağlama veya mekanik temizleme işlemi yapılır. İmalat işleminin akışı sırasında bir bakır kaplama yapılması gerekir. Bir kademede büyük bir kesit küçülmesi sağlamak mümkün olmadığından çekme işlemi çok kademeli olarak gerçekleştirilir. Bu sırada telin iç yapısında deformasyon sertleşmesi oluşur ve dayanım artar; bu nedenle tele ara tavlama uygulanır. Ara tavlama, 600 ila 650°C arasında bir yeniden kristalleşme tavlama işlemi olarak oluşur. Bu işlem sırasında tellerin yüzeyinde yeniden oksit oluşumunu önlemek için tavlama işlemi fırında vakum ortamında veya koruyucu gaz altında yapılır.

Böylece yumuşayan teller son ölçülerine getirilmek amacıyla bir "bitirme çekmesi" işlemine tabi tutulur.

Son çekmeden önce tellerin bakır kaplanması gerekir. Bu işlem, elektrolitik yöntemle veya galvanik bakır kaplama yöntemiyle gerçekleştirilir. Her iki durumda da tel, bakır içeren bir banyoya, örneğin bir bakırvitriol / sülfürik asit çözeltisine daldırılır. Bu banyo içinde asit, yüzeyden demir atomlarını çözer, yerine çözeltiden bakır iyonları geçer.

Elektrolitik bakır kaplamada, yüzey tabakasının kalınlığı uygulanan gerilimden etkilenirken, galvanik kaplamada bu kalınlığı, çözeltide tutma süresi belirler.

Her iki yöntemde de oluşan bakır tabakası pürüzlü ve gözeneklidir. Bu nedenle sonradan bir "bitirme çekmesi" ile pürüzsüzleştirilir ve daha yoğun hale getirilir.

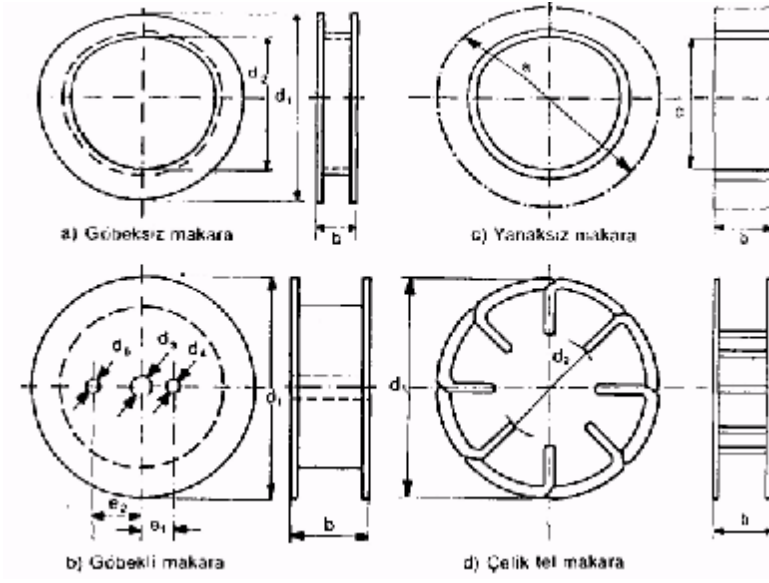
Bakır tabakası, kontak borusundaki (= kontak lülesindeki = kontak memesindeki) geçiş direncini ve tel iletme mekanizmasındaki sürtünmeyi azaltır ve yeterli yoğunlukta ise, çelik teli atmosferik korozyona karşı korur.

Yüksek alaşımlı tel elektrodlar ve metal telleri de yukarıda açıklanan yöntemle imal edilir. Ancak bunlarda herhangi bir bakır vs. kaplama yapılmaz ve yeniden kristalleşme tavi yerine malzemenin yapısına uygun başka tavlama işlemleri uygulanır.

Bitirme çekmesinden sonra teller ya doğrudan makaralara sarılır veya, daha sonradan makaralara sarılmak üzere yaklaşık 300 kg'lık ara sarımlar haline getirilir.

Şekil 2.1.'de TS 5618'de verilen makara türleri ve Tablo 2.1'de göbekli ve göbeksiz makaraların ölçü ve ağırlıkları, Tablo 2.2'de ise yanaksız makara ölçüleri verilmiştir.

Şekil 2.2 en çok rastlanan gazaltı kaynak tel makara ve fiçileri göstermektedir.



Şekil 2.1. TS 5618'e göre gazaltı kaynak telleri için makara türleri.

Tablo 2.1. TS 5618'e göre göbekli ve göbeksiz makaraların ölçü ve ağırlıkları.

Adlandırma	Kod No.	Dış Çap d_1	İç Çap d_2	Genişlik b	Göbek Delik Çapı d_3	Sırt Detayı				Ağırlık (kg)
						Çap	Merkezden Uzunluk	e_1	e_2	
Göbekli Makara	D100	100 ⁺⁰ ₋₀	-	45 ⁺⁰ ₋₁	16,5 ⁺⁰ ₋₀	-	-	-	-	0,5
Göbekli Makara	D200	200 ⁺⁰ ₋₀	-	55 ⁺⁰ ₋₀	50,5 ⁺⁰ ₋₀	10 ⁺⁰ ₋₀	-	44,5 ^{+0,5} ₋₀	-	5
Göbekli Makara	D300	300 ⁺⁰ ₋₀	-	103 ⁺⁰ ₋₁	51,5 ⁺⁰ ₋₀	10 ⁺⁰ ₋₀	-	44,5 ^{+0,4} ₋₀	-	15
Göbekli Makara	D500	500 ⁺⁰ ₋₀	-	350 ⁺⁰ ₋₁	40,5 ⁺⁰ ₋₀	25 ⁺⁰ ₋₀	-	88 ⁺¹ ₋₀	-	150
Göbekli Makara	D750	750 ⁺⁰ ₋₀	-	290 ⁺⁰ ₋₁	40,5 ⁺⁰ ₋₀	25 ⁺⁰ ₋₀	35 ⁺⁰ ₋₀	88 ⁺¹ ₋₀	110 ⁺¹ ₋₀	300
Göbeksiz Makara	H420	420 maks.	300 ⁺⁰ ₋₀	90 ⁺⁰ ₋₀	-	-	-	-	-	12
Kargal	R420	420 maks.	300 ⁺⁰ ₋₀	90 ⁺⁰ ₋₀	-	-	-	-	-	25
Çelik tel Makara	K300	300 ⁺⁰ ₋₀	180 ⁺⁰ ₋₀	98 ^{+0,7} ₋₀	-	-	-	-	-	20

Tablo 2.2. TS 5618'e göre yanaksız makara ölçüleri

Ölçüler mm'dir

a) Çap	Genişlik	b) Tolerans	Çap	c) Tolerans
300 max	90	0 -15	200	+10 0
	120	0 -20		
350 max	90	0 -15	300	+15 0
	120	0 -20		
435 max	90	0 -15	300	+15 0
	120	0 -20		

1) Tercih edilen ölçüler





Şekil 2.2. Gazaltı kaynak tellerinin piyasaya arz şekilleri

üstte: 15 kg'lık makara sarımları; altta: 250 kg'lık gazaltı kaynak tel fıçısı

Bir gazaltı telinin bükümü, makaradan sağıldıktan sonra oluşturduğu eğriliktir. Sağılan tel sarımının serbest halde oluşturduğu dairenin çapı, telin bükümünün ölçüsüdür. Pek çok kaynak makinasında tel ilerletme makaraları, teli nominal ölçüsüne kadar doğrultamadığından, bu büküm, ilerletme elemanlarında telin sürtünme miktarını etkiler. Ayrıca bükümün az ya da çokluğu, tel ilerletme kovanında bir dalgalılık hali de oluşturur. Telin bükümü büyüdükçe ve kontak borusu uzunluğu azaldıkça, bu sürtünme de azalmaktadır. Özellikle sert tel elektrodlarda kontak memesi ve tel kovanı aşınmasının artmasından kaçınmak için, büküm yarıçapı büyük değerde olmalıdır.

Büyük bir büküm yarıçapının dezavantajı, kaynağın sonuna doğru bazı sarımların makaradan yaylanarak açılması veya makara freni gevşek ayarlanmışsa, açılan telin tel ilerletme mekanizmasını koruyan kapağa temas etmesidir.

Bu durum sadece, genelde çok kısa dikişler kaynak edilen yerlerde oluşur. Farklı tel üreticileri, günümüzde tel elektrodlarını yaklaşık 800 ila 1000 mm'lik bir büküm değerinde üretmektedir. Kısa dikişlerin çekildiği yerlerde veya düz torçların kullanıldığı tam mekanize kaynakta teller 300 mm'lik bir büküm değerinde sarılır.

Ayrıca tellerin sağılırken oluşan diğer bir problem de telin helezon yapmasıdır. İyi sarılmış bir telin helezon yapmaması gerekir. Helezon yapan tel de tel ilerletme kovanında ve kontak borusunda yüzey

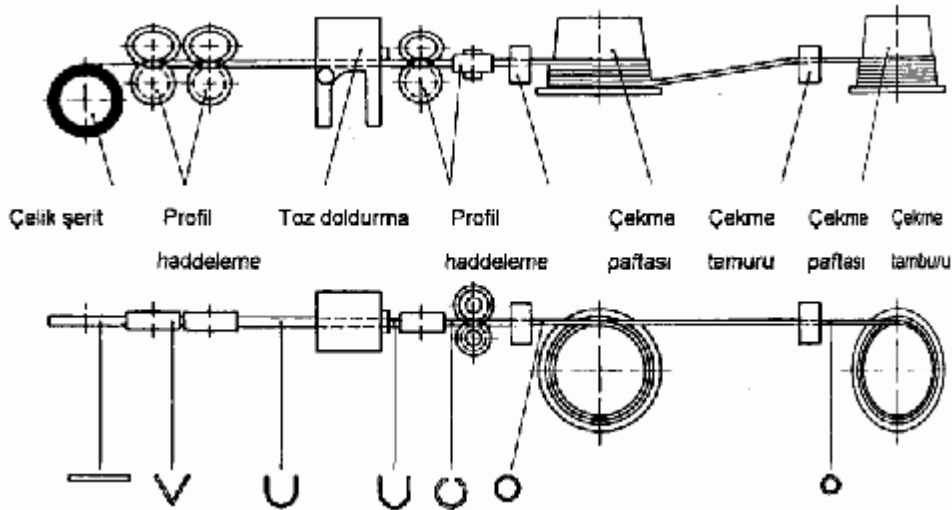
hasarına neden olur ve özellikle kontak borusunda aşırı ısındığı takdirde boru iç cidarına yapışabilir.

Bir tel elektrodun pek dikkat edilmeyen başka bir problemi de, sarımların boşalmasıdır. Tel elektrodlar makaraya eş ölçülü sarılmış olmalıdır. Çapraz sarımlar daima düğümleme tehlikesi yaratır. Nispeten daha pahalı olan tabaka-tabaka sarım her zaman gerekli değildir. Paralel sarım çoğu kez aynı görevi yapar. Ancak genellikle alüminyum gibi yumuşak tellerde, çapraz geçişler daima düğümleme yapar. Burada teknik olarak tabaka tabaka sarım zorunludur.

Tellerin ucunun sarım içinde ekli (kaynaklı) olması, daha çok torçta problem yaratır. Örneğin tel elektrodun çap ölçüsü, alt tolerans sınırındaysa veya kontak memesi aşınmış veya gereğinden büyük seçilmişse, tel memeye sadece memenin alt ucunda temas etmekle kalmaz, aynı zamanda akım borusunun arkasında da temas eder; böylece direnç ısısı nedeniyle yüksek sıcaklıklara çıkar.

2.4.1.2. Özlü Tel Elektrodların Üretimi

Özlü tel elektrodların üretimi bir kenetli boru örneği için Şekil 2.3'de gösterilmektedir. Burada çelik şerit ilk aşamada haddelenerek bir U-enkesitine sahip hale getirilir. Daha sonra içine mineral ve metalik öz doldurulur. Boylamasına eşit ölçülü bir dolgu sağlamak için bir dozaj cihazının kullanılması gerekir. Sonra U-enkesitine sahip şerit, kenetli borunun kapatılması için tekrar çekilerek kapatılır ve soğuk çekme veya haddeleme ile istenen son çapa düşürülür. Açık enkesitli özlü teller, metal taşıyan kaplama banyoları örtüye nüfuz edebileceğinden ve dolayısıyla örtünün bileşimini bozabileceğinden bakır kaplanmayabilir. Kapalı bir boru enkesitine sahip diğer özlü tel türleri bakır kaplı olarak satılabilir. Ayrıca mantolu tel elektrodlar mevcuttur ve bu tür kaynak ilave malzemeleri "uçsuz" örtülü elektrodlar olarak adlandırılır.



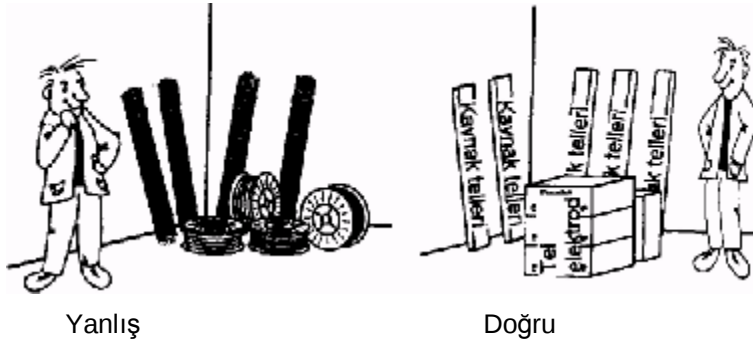
Şekil 2.3. Bir özlü tel imalatının akış şeması

DİKKAT:

Kaynak ilave malzemelerini kuru bir odada depolayınız. Paketleri günlük ihtiyaç kadar açınız. Gerekmeyen miktarı orijinal paketinde saklayınız. Kaynak ilave malzemelerini kirlenmeye karşı koruyunuz. Bu nedenle MIG/MAG kaynağındaki tel kangallarını yerine taktıktan sonra, kaynak sırasında kapağını kapatınız.

ÇÜNKÜ:

Nemli ortamlarda, özellikle nem oluşturan maddelerin bulunduğu ortamda, hava sızdırmaz paketleme kullanılmadığı zaman, çelik teller paslanabilir; alüminyum tellerin üzerindeki oksit tabakasının nemlilik oranı artabilir. Nem veya pasın hangisi mevcutsa, kirlenme türü de buna bağlı oluşur; bu maddeler ark ısı ile ayrışarak koruyucu gaz örtüsünü bozar ve kaynak melali ile istenmeyen reaksiyonlara girer. Dikkat edilmezse gözenek oluşur. Hatanın giderilmesi için hatalı dikişler sökülmesi (örneğin taşlanarak, termik yöntemlerle oyularak) ve yeniden kaynak edilmelidir. Bu durumda yeniden ısı girdisi etkisine dikkat edilmelidir (içgerilmeler, çarpılma, ısının tesiri altındaki bölgede içyapı değişimleri bakımından).

GÖSTERİM:**2.4.2. Alaşımsız ve Düşük Alaşımlı Yapı Çelikleri İçin Tel Elektrodlar****2.4.2.1. Masif Tel Elektrodlar**

Yapı çeliklerinin gazaltı ark kaynağında kullanılan tel elektrodlar, MAG Kaynağında kullanılan koruyucu gazla iyi bir şekilde dezokside olmuş, gözeneksiz kaynak metali oluşturacak esasta, alaşım içeriklerine göre gruplandırılır.

Dezoksiasyon: Kaynak banyosundan bir elementin (örneğin manganez, silisyum) oksit oluşturmak üzere oksijenle birleşerek cürufa geçmesidir. Oksijen kaynak metalinde gözenek oluşumuna neden olduğundan kaynak metali katılaşmadan bu reaksiyonların oluşması son derece önemlidir.

Tel elektrodların kimyasal bileşimleri ile, özellikle farklı koruyucu gazların farklı oksitleyici etkilerine dikkat edilmelidir.

2.4.2.2. Özlü Tel Elektrodlar

Masif tel elektrodlara ek olarak, son yıllarda kaynakta özlü tel elektrodlar da kullanılmaya başlanmıştır. Özlü tel elektrodlarda farklı üretim türleri, cüruf oluşumu, ark enerjisi, damla geçişi ve

erime şekli gibi bakımlardan farklı etkilere sahiptir. Bu elektrodlar, örtüde bulunan metalik olmayan bileşenler bakımından örtülü çubuk elektrodlardan ayrılır. Ayrıca özlü tel elektrodlarda metalik dış kabuk, akım taşıyabilir. Doldurulmuş şekli üretim tarzına bağlı olan öz maddesi toz formundadır. Öz, dezoksidasyon ve denitrürasyon maddelerinden, cüruf yapıcı maddelerden, iyonize olan maddelerden ve talebe bağlı olarak alaşım yapıcı maddelerden oluşur.

Özlü tel elektrodların kaynak karakteristikleri, cüruf tipine çok bağlıdır ve karşılaştırılabilirlikleri çubuk elektrodlarla kuvvetli bir analog oluştururlar: Cüruf yapıcı özlü tel elektrodlar, kaynak yönüne doğru eğilmiş tutularak (tıpkı oksii-asetilen kaynağındaki sola kaynak tekniği gibi) kaynak edilir. Bu şekilde sıvı haldeki cüruf, düşen damlanın etrafını kuşatır ve damla reaksiyonunun tam gerçekleşmesini sağlayarak kaynak metalinin mekanik-teknolojik özellikleri üzerine olumlu etki yapar. Damla geçişinin türü, cüruf türüne ve akım şiddetine bağlıdır. Rutil cüruf bazik cürufa oranla daha ince taneli bir geçiş gösterir ve daha hızlı katılaşır. Bu şekilde zor pozisyonlarda kaynak dikişinin özellikleri ve yüzey formu iyileşir. Artan baziklik derecesiyle damlalar irileşir ve artan akım şiddetiyle inceler.

Kaynak işleminin otomatikleştirilmesi amacıyla günümüzde cüruf yapıcı madde içermeyen ve sadece metal tozlarıyla doldurulmuş özlü teller üretilmektedir. Bu tür özlü tellerde, hem sağa hem de sola kaynak tekniğini kullanmak mümkündür.

Karışım gaz kullanıldığında genellikle sprey ark geçişi meydana gelir.

2.4.2.3. Çeşitli Standartlara Göre Masif ve Özlü Tel Elektrodlar

EN 758 standardı, en düşük akma sınırı 500 N/mm^2 'ye kadar olan alaşımsız ve düşük alaşımlı çelikler için özlü tel elektrodların şartlarını ve sınıflandırılmasını vermektedir. Sınıflandırma, kaynak metalinin, özlü tel elektrodun ve uygun koruyucu gaz bileşiminin özelliklerini vermektedir. Bu standart, farklı özlü tel elektrod türlerini, tane bileşimlerine ve cüruf özelliklerine bağlı olarak içermektedir (Tablo 2.3).

Tablo 2.3. EN 758'e göre özlü tel elektrodların öz'lerinin gösterimi

İşaret	Cüruf özellikleri	Tek pasolu (S);	Koruyucu gaz
		çok pasolu (M) kaynak	
R	Rutil esaslı, yavaş katılaşan	S ve M	CveM2
P	Rutil esaslı, hızlı katılaşan cüruf	S ve M	CveM2
B	Bazik cüruf	S ve M	CveM2
M	Metal tozu-özlü	S ve M	CveM2
V	Rutil veya bazik/florid	S	yok
W	Bazik/florid, yavaş katılaşan	S ve M	yok
Y	Bazik/florid, hızlı katılaşan cüruf	S ve M	yok

S Diğer tipler

Aşağıda EN 758'e göre bir gösterim örneği verilmiştir:

EN 758 - T 46 3 1Ni B M 4 H5

Burada: T	= Gazaltı metal ark kaynağı için özlü tel elektrod
46	= Kaynak metalinin en düşük akma sınırı (N/mm ²)
3	= - 30°C (47 J'lük en düşük çentik darbe işine ulaşılabilen sıcaklık)
1Ni	= % 1,1 Mn ve % 0,7 Ni
B M 4	= Bazık (B) özle, karışım (M) gaz altında oluk pozisyonunda ve içköşe dikişi (4) çekilerek test edilmiş.
H5	= Kaynak metalinde 5 cm ³ /100 g hidrojen değeri aşılmamalı.

EN 440 standardı, en düşük akma sınırı 500 N/mm²'ye kadar olan karbon, karbon-mangan ve düşük alaşımlı çeliklerin gazaltı ark kaynağında kaynak metalinin ve masif tel elektrodların işaretlenmeleri için şartları tespit etmektedir (Tablo 2.4).

Aşağıda bir gösterim örneği verilmiştir:

EN 440 - G 46 3 M G3Si1

Burada: G	= Gazaltı Metal Ark Kaynağı
46	= En düşük akma sınırı 460 N/mm ² (Çekme dayanımı 500 ila 640 N/mm ² ve en düşük kopma uzaması % 20)
3	= - 30°C (47 J'lük en düşük çentik darbe işi veren sıcaklık)
M	= Koruyucu gaz
G3Si1	= Tablo 2.4'e göre kimyasal bileşim.

Uygulamada kullanılan diğer önemli bir standart da Amerikan ANSI-AVVS (American National Standard Institution-American Welding Society) standartlarıdır. **AWS A5.18**, alaşımsız çeliklerin ve **AWS A5.28** düşük alaşımlı çeliklerin MIG/MAG kaynağındaki kaynak tellerini vermektedir (Tablo 2.5).

Tablo 2.4. Tel elektrodların kimyasal bileşimleri (EN 440'a göre)

İşaret- leme	C	Si	Mn	P	% Ağırlık S	Ni	Mo	Al	Ti + Zr	Diğer elementler %
G0	Tüm birleştirilmiş analizler									
G2Si	0,06...0,14	0,50...0,80	0,90...1,30	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,15	≤ 0,15	≤ 0,02	≤ 0,15	Cr ≤ 0,15 Cu ≤ 0,35 V ≤ 0,03
G3Si1	0,06...0,14	0,70...1,00	1,30...1,60	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,15	≤ 0,15	≤ 0,02	≤ 0,15	da.
G4Si1	0,06...0,14	0,80...1,20	1,60...1,90	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,15	≤ 0,15	≤ 0,02	≤ 0,15	da.
G3Si2	0,06...0,14	1,00...1,30	1,30...1,60	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,15	≤ 0,15	≤ 0,02	≤ 0,15	da.
G2Ti	0,04...0,14	0,40...0,80	0,90...1,40	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,15	≤ 0,15	0,05...0,20	0,05...0,25	da.
G3Ni1	0,06...0,14	0,50...0,90	1,00...1,60	≤ 0,020	≤ 0,020	0,80...1,50	≤ 0,15	≤ 0,02	≤ 0,15	da.
G2Ni2	0,06...0,14	0,40...0,80	0,80...1,40	≤ 0,020	≤ 0,020	2,10...2,70	≤ 0,15	≤ 0,02	≤ 0,15	da.
G2Mo	0,08...0,12	0,30...0,70	0,90...1,30	≤ 0,020	≤ 0,020	≤ 0,15	0,40...0,60	≤ 0,02	≤ 0,15	da.
G4Mo	0,06...0,14	0,50...0,80	1,70...2,10	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,15	0,40...0,60	≤ 0,02	≤ 0,15	da.
G2Al	0,08...0,14	0,30...0,50	0,90...1,30	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,15	≤ 0,15	0,35...0,75	≤ 0,15	da.

Tablo 2.5. AWS A5.18 ve AWS A5.28'e göre *çelik tel elektronların kimyasal bileşimleri ile özlü elektrotlardaki kaynak metalinin bileşimi*

	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Diğer
Çu Çelikler										
ER70S-2	.07	.90-1.40	.40-.70	.025	.035	—	—	—	.50	Ti, Zr, Al
ER70S-3	.06-.15	.80-1.40	.45-.70	.025	.035	—	—	—	.50	—
ER70S-4	.07-.15	1.00-1.50	.65-.85	.025	.035	—	—	—	.50	—
ER70S-5	.07-.19	.90-1.40	.30-.60	.025	.035	—	—	—	.50	Al
ER70S-6	.07-.15	1.40-1.85	.80-1.15	.025	.035	—	—	—	.50	—
ER70S-7	.07-.15	1.50-2.00	.50-.80	.025	.035	—	—	—	.50	—
ER70S-G	Kimyasal bileşim serbest									
Cr-Mo Çelikleri										
ER80S-B2	.07-.12	.40-.70	.40-.70	.025	.025	.20	1.2-1.5	.40-.65	.35	—
ER80S-B2L	.05	.40-.70	.40-.70	.025	.025	.20	1.2-1.5	.40-.65	.35	—
ER90S-B3	.07-.12	.40-.70	.40-.70	.025	.025	.20	2.3-2.7	.90-1.20	.35	—
ER90S-B3L	.05	.40-.70	.40-.70	.025	.025	.20	2.3-2.7	.90-1.20	.35	—
E80C-B2L	.05	.40-1.00	.25-.60	.025	.030	.20	1.00-1.5	.40-.65	.35	—
E80C-B2	.07-.12	.40-1.00	.25-.60	.025	.030	.20	1.0-1.50	.40-.65	.35	—
E90C-B3L	.05	.40-1.00	.25-.60	.025	.030	.20	2.0-2.5	.90-1.20	.35	—
E90C-B3	.07-.12	.40-1.00	.25-.60	.025	.030	.20	2.0-2.5	.90-1.20	.35	—
Ni Çelikleri										
ER80S-Ni1	.12	1.25	.40-.80	.025	.025	.80-1.10	.15	.15	.35	V
ER80S-Ni2	.12	1.25	.40-.80	.025	.025	2.00-2.75	—	—	.35	—
ER80S-Ni3	.12	1.25	.40-.80	.025	.025	3.00-3.75	—	—	.35	—
E80C-Ni1	.12	1.25	.60	.025	.030	.80-1.10	—	.65	.35	V
E80C-Ni2	.12	1.25	.60	.025	.030	2.00-2.75	—	—	.35	—
E80C-Ni3	.12	1.25	.60	.025	.030	3.00-3.75	—	—	.35	—
Mn, Mo Çelikleri										
ER80S-D2	.07-.12	1.60-2.10	.50-.80	.025	.025	.15	—	.40-.60	.50	—
Diğer az alaşımlı çelikler										
ER100S-1	.08	1.25-1.80	.20-.50	.010	.010	1.40-2.10	.30	.25-.55	.25	V, Ti, Zr, Al
ER100S-2	.12	1.25-1.80	.20-.60	.010	.010	.80-1.25	.30	.20-.55	.35-.55	V, Ti, Zr, Al
ER110S-1	.09	1.40-1.80	.20-.55	.010	1.50-2.80	—	.50	.25-.55	.25	V, Ti, Zr, Al
ER120S-1	.10	1.40-1.80	.25-.60	.010	2.00-2.80	—	.60	.30-.65	.25	V, Ti, Zr, Al
ERXXS-G	Kimyasal bileşim serbest									
EXXC-G	Kimyasal bileşim serbest									

Tabloda gösterilen tek değerler en üst değerlerdir.

Gösterim örneği: E R 80 S - B2L

E : elektrod MIG/MAG kaynağında kullanılabilir

R : aynı elektrod TIG kaynağında da kullanılabilir

80 : kaynak telinin anma çekme dayanımını gösterir

S : standart masif tel (C olduğunda özlü tel anlamına gelir)

B2L : telin özel bileşimini gösterir.

DİKKAT:

Alaşımsız çelikten mamul ve kaynaktan sonra sıcak daldırma ile galvanizlenecek parçaları MAG kaynağında ilave tel olarak, alaşımsız çelikler için kullanılan standart tel elektrotlara kıyasla daha pahalı olsalar bile, silisyum içeriği mümkün olduğu kadar düşük olan tel elektrotları seçiniz.

ÇÜNKÜ:

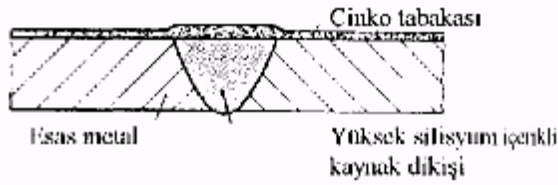
Çinko tabakasının kalınlığı, esas metalin alaşım içeriğinden etkilenir. Geleneksel MAG-tel elektrotlarında, silisyum içeriğinin yüksekliği bir avantaj olarak sunulur. Bunun anlamı şudur: Kaynak dikişi sonradan esas metal kalınlığına kadar taşlırsa bile, bu bölgede dikişin yan kısımlarına oranla daha kalın bir çinko tabakası

oluşur. Bu durum korozyon tekniği bakımından zararsız olsa bile, hasarlı bir görüntü verir ve müşteri tarafından istenmeyebilir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Dikişler görüntü bakımından kusurlu olur. Hatanın giderilmesi pratikte mümkün değildir.

GÖSTERİM:



Tablo 2.6 ila Tablo 2.16, TS 5618'e göre gazaltı ark kaynağında kullanılan masif ve özlü tel elektrodların çeşitli özelliklerini göstermektedir.

Tablo 2.6. TS 5618'e göre alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerin kaynağında kullanılan tel elektrodların kimyasal bileşimleri

Simge	Malzeme No.	C	Si	Mn	Kimyasal Bileşim %			Müsaade edilen Safsızlık
					P ≤	S ≤	Cu ≤	
SG 1	1.5112	0,07 - 0,12	0,5 - 0,7	1,0 - 1,3	0,025	0,025	0,30	Cr 0,15 V 0,05
SG 2	1.5125	0,07 - 0,14	0,7 - 1,0	1,3 - 1,6	0,025	0,025	0,30	Zr+Ti 0,15 Al 0,02
SG 3	1.5130	0,07 - 0,14	0,8 - 1,20	1,8 - 1,9	0,025	0,30	0,30	Ni 0,15 Mo 0,15

Tablo 2.7. TS 5618'e göre özlü elektrotlarla yapılmış kaynak dikişlerinin kimyasal bileşimleri.

Simge	C	Si	Mn	Kimyasal Bileşim %				Müşade edilen Safsızlık
				P ≤	S ≤	Cu ≤	Ni ≤	
SG R 1	0,05 - 0,12	0,2 - 0,8	0,8 - 1,4	0,03	0,03	0,35	0,7	Cr 0,15 V 0,05 Zr + Ti 0,15
SG B 3	0,05 - 0,12	0,15 - 0,45	0,8 - 1,6	0,03	0,03	0,35	0,7	Al 0,02 Mo 0,15

Tablo 2.8. Özlü elektrotların çap ve toleransları

ÇAPLAR	
Anma Boyutu	Toleranslar
1,0	
1,2	+ 0,01
1,4	- 0,03
1,6	+ 0,01
	- 0,05
2,0	+ 0,01
2,4	- 0,06
3,0	- 0,2
3,2	+ 0,1
4,0	

Ölçüler mm.dir.

Tablo 2.9. Masif tel elektrotların çap ve toleransları

ÇAPLAR	
Anma Boyutu	Toleranslar
(0,6)	+ 0,01
0,8	
0,9	
1,0	+ 0,01
1,2	- 0,03
1,6	+ 0,01
2,0	+ 0,01
2,4	- 0,05
(3,2)	+ 0,01
	- 0,06

Ölçüler mm.dir.

Parantez içindeki değerler zorunluluk olmadıkça kullanılmamalıdır.

Tablo 2.10. Tel elektrotların çekme dayanımları

Tel Çapı (mm.)	0,6	0,8	0,9	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4
En az çekme mukavemeti 1)	100	100	100	50	90	90	70	60
(N/mm ²)	100	100	100	50	90	90	70	60

1) D100 kod numaralı makaralara sarılan tel elektrotların çekme mukavemetleri yukarıda belirtilenlerin % 50-70'i olarak alınabilir.

Tablo 2.11. Deney kaynağı için kaynak koşulları

Elektrot Türü	Çap (mm)	A	V	Kaynak Hızı cm/dak	Serbest tel uzunluğu
Tel Elektrot	1,2	280±10	*	45	20
Özlü Elektrot	1,6	300±10	28±1	35	25
Özlü Elektrot	2,4	420±10	29±1	45	30
Özlü Elektrot	3,2	470±10	30±1	50	30
O Tel elektrot halinde gerilimi seçilen koruyucu gaz belirlemektedir.					

Tablo 2. 12. Kaynak metalinin dayanım değerleri için işaretlerin rakamları

İşareti	Çekme Mukavemeti N/mm ²	Min. Akma Mukavemeti N/mm ²	Min. % Uzama L ₀ = 5 d ₀
47	470 — 610	400	22
52	520 — 660	430	
57	570 — 710	470	

Tablo 2.13. Kaynak metalinin dayanım değerleri için semboller

Sembol	Oda sıcaklığında		
	Çekme ¹ Mukavemeti N/mm ²	En az Akma Sınırı N/mm ²	En az Uzama % L ₀ = 5 d ₀
Y 42	500 - 640	420	22
Y 46	530 - 680	460	
Y 50	560 - 720	500	

1) Çekme mukavemeti sembolde yer almaz. Saf kaynak metalii kütlesinde bağlantı yerinden alınan enine deney parçasında en az çekme değeri, kaynatılan ana metalin en az çekme mukavemetinin % 10'u kadar düşük değerde olabilir. Akma sınırı açık olarak belirlenemediği takdirde % 0,2 noktasına ait deneme gerilmesi kullanılabilir.

Tablo 2.14. Kaynak metalinin çentik darbe değerleri için işaret rakamları

1. Rakam	Min. 28 J Çentik darbe değeri veren sıcaklık °C ISO V	2. Rakam	Min. 47 J Çentik darbe değeri veren sıcaklık °C (1) ISO V
0	Veri Yok	0	Veri Yok
1	+20	1	+20
2	0	2	0
3	-20	3	-20
4	-30	4	-30
5	-40	5	-40
(1) Tanıtma numarasının bulunması için; her sıcaklık kademesinde 3'er numune denir. 28 j değerinin bulunduğu en düşük sıcaklık değeri 1. basamak numarasını, 47 j değerinin bulunduğu en düşük sıcaklık değeri 2. basamak numarasını verir. Bu iki numaranın yan yana gelmesiyle tanıtma numarası meydana gelir.			

Tablo 2.15. Tel-gaz karışımı ve kaynak metalinin mekanik özellikleri

Tel/Gaz Karışımı	Kaynak Metalinin Mekanik Özellikleri
WSG1-1	Y 4254
WSG2-1	Y 4654
SG2-M2	Y 4654
SG2-M3	Y 4643
SG2-C	Y 4643
SG3-M2	Y 5054
SG3-M3	Y 4643
SG3-C	Y 4643
SG R1-C	Y 4221
SG B1-C	Y 4254
SG B1-M2	Y 4254

Tablo 2.16. Çeşitli çelikler ve tel-gaz bileşimi aracılığıyla oluşturulan kaynak metalleri arasındaki ilişki.

Ana Metal	Kaynak Metalinin En az Mekanik Özellikleri ¹⁾
Genel Yapı Çelikleri (TS 2162)	Fe 37-2, KFe 37-2 Y 4210
	Fe 37-3 Y 4230
	Fe 44-2 Y 4210
	Fe 44-3 Y 4230
	Fe 52-3 Y 4230
	Fe 50-2 ²⁾ Fe 60-2 ²⁾ Fe 70-2 ²⁾ Y 4230
Boru Çelikleri	USt 37,0 Y 4200
	St 37,0, St 44,0 St 52,0 Y 4200
	St 37,4, St 44,4, St 52,4 Y 4211
Kazan Saçları	St 37,8, St 42,8 Y 4200
	UHi Y 4300
	Hi, Hi1, 17 Mn4, St 46,8, St 35,8 Y 4222
	19 Mn 5 Y 4622
Boru Çelikleri	StE 210,7, StE 290,7, StE 320,7, StE 360,7, StE 385,7, StE 415,7 Y 4222
	StE 445, 7TM, StE 490,7TM Y 5022
Gemi İnşaat Çelikleri	A Y 4211
	B,D Y 4222
	E Y 4233
	A 32, A 36, D 32, D 36 Y 4222
	E 32, E 36 Y 4233
İnce Tanelli Yapı Çelikleri	StE 255, WStE 255 Y 4232
	StE 285, WStE 285 Y 4232
	StE 315, WStE 315 Y 4232
	StE 355, WStE 355 Y 4232
	StE 380, WStE 380 Y 4232
	StE 420, WStE 420 Y 4232
	StE 460, WStE 460 Y 4632
	StE 500, WStE 500 Y 5032
	TStE 255 ³⁾ Y 4253
	TStE 285 ³⁾ Y 4253
	TStE 355 ³⁾ Y 4253
	TStE 380 ³⁾ Y 4253
	TStE 420 ³⁾ Y 4253
	TStE 460 ³⁾ Y 4653
	TStE 500 ³⁾ Y 5053

1) Mekanik özellikler Tablo 11 ve Tablo 12'ye göre sembollendirilmiştir.

2) Bu malzemeler sadece özel durumlar altında kaynatılmış olabilirler (Örneğin, kaynak sonrası ısıtma işlemi)

3) Birleştirilmiş kaynak metalini sadece -40°C'yi geçmeyen ortam sıcaklığına bağlıdır ve bu yüzden 0°C'in altında tokluk gösteren çeliklerin düşük sıcaklık darbe enerjileri için belirlenmiş en az değerleri göstermez.

2.4.3. Yüksek Alaşımli Çelikler İçin Tel Elektrodlar

Aşağıdaki tablolarda çeşitli yüksek alaşımli çeliklerin gazaltı ark kaynağı için kaynak telleri verilmiştir.

Tablo 2.17. EN 1600'e göre kaynak tellerinin kimyasal bileşimleri:

Kısa gösterim	Malzeme No.	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Kimyasal bileşim %	Si	Mn	Ni	Diğer
X 8 Cr 14	1.4004	0,10	1,0	≤ 1,5	0,030	0,025	17,0 ... 18,0	—	—	—	—
X 8 CrNi 13 1	1.4014	0,10	1,0	≤ 1,5	0,030	0,025	11,5 ... 14,5	≤ 1,0	18,5 ... 20,0	—	—
X 8 CrNi 13 4	1.4031	0,04	1,0	≤ 1,5	0,030	0,025	12,0 ... 15,0	≤ 1,0	3,0 ... 5,0	—	—
X 8 CrTi 18	1.4532 ¹⁾	0,10	1,0	≤ 1,5	0,030	0,025	16,0 ... 19,0	—	—	—	Ti 0,3 ... 0,7
X 20 CrMo 17 1	1.4115	0,25	1,0	≤ 1,5	0,030	0,025	15,5 ... 18,5	0,5 ... 1,5	≤ 1,0	—	—
X 5 CrNi 19 9	1.4302	0,06	1,5	≤ 2,0	0,030	0,025	18,5 ... 21,0	—	—	40 ... 10,0	—
X 2 CrNi 19 9	1.4316	0,025	1,5	≤ 2,0	0,030	0,025	18,5 ... 21,0	—	—	9,0 ... 11,0	—
X 5 CrNiNb 19 9	1.4551	0,07	1,5	≤ 2,0	0,030	0,025	18,5 ... 21,0	—	—	8,5 ... 11,5	Nb
X 5 CrNiMo 19 11	1.4410	0,10	1,5	≤ 2,0	0,030	0,025	18,5 ... 21,0	2,5 ... 3,0	—	10,0 ... 13,0	—
X 2 CrNiMo 19 12	1.4430	0,025	1,5	≤ 2,0	0,030	0,025	1,3 ... 20,0	2,5 ... 3,0	—	10,0 ... 13,0	—
X 5 CrNiMoNb 19 12	1.4576	0,07	1,5	≤ 2,0	0,030	0,025	18,5 ... 21,0	2,5 ... 3,0	—	10,0 ... 13,0	Nb
X 2 CrNiMo 19 15 ²⁾	1.4455	0,025	1,5	2,5 ... 5,0	0,030	0,025	17,0 ... 19,0	2,5 ... 3,5	—	15,0 ... 18,0	—
X 2 CrNiMo 18 16 ³⁾	1.4440	0,025	1,5	2,5 ... 5,0	0,035	0,025	17,0 ... 20,0	4,0 ... 5,0	—	16,0 ... 19,0	N
X 2 CrNiMoCu 20 25 ⁴⁾	1.4519	0,025	1,5	2,0 ... 5,0	0,030	0,025	19,0 ... 22,0	4,0 ... 6,0	—	24,0 ... 27,0	Cu 1,0 ... 2,0
X 2 CrNiMoNb 20 16 ⁵⁾	1.4455	0,025	1,5	5,0 ... 9,0	0,035	0,025	19,0 ... 22,0	2,5 ... 3,5	—	15,0 ... 18,0	N
X 15 CrNiMo 18 8 ⁶⁾	1.4370	0,20	1,5	5,0 ... 8,0	0,035	0,025	17,0 ... 20,0	—	—	7,0 ... 10,0	—
X 12 CrNiMo 19 10	1.4611	0,15	1,5	≤ 2,5	0,030	0,025	18,0 ... 21,0	2,0 ... 4,0	—	8,0 ... 12,0	—
X 2 CrNi 24 12	1.4310	0,005	1,5	≤ 2,5	0,030	0,025	22,0 ... 25,0	—	—	11,0 ... 15,0	—
X 2 CrNiMo 24 12	1.4556	0,025	1,5	≤ 2,5	0,030	0,025	22,0 ... 25,0	—	—	11,0 ... 15,0	Nb
X 8 CrNiMo 23 13	1.4459	0,12	1,5	≤ 2,5	0,030	0,025	22,0 ... 25,0	2,0 ... 3,0	—	11,0 ... 15,0	—
X 10 CrNiMo 9	1.4332	0,15	1,5	≤ 2,5	0,035	0,025	22,0 ... 25,0	—	—	8,0 ... 12,0	—
X 8 Cr 30	1.4773	0,10	2,0	≤ 2,0	0,035	0,025	28,5 ... 31,5	—	—	8 ... 10	—
X 12 CrNi 25 4	1.4870	0,15	2,0	≤ 2,0	0,030	0,025	24,5 ... 27,5	—	—	4,0 ... 6,0	—
X 12 CrNi 22 12	1.4929	0,15	2,0	≤ 2,0	0,030	0,025	20,5 ... 23,5	—	—	10,0 ... 13,0	—
X 12 CrNi 28 20 ⁷⁾	1.4942	0,15	2,0	1,0 ... 3,0	0,030	0,025	24,0 ... 27,0	—	—	19,0 ... 22,0	—
X 20 NiCr 36 18 ¹⁾	1.5863	0,30	2,0	≤ 2,0	0,030	0,025	17,0 ... 20,0	—	—	33,0 ... 36,0	—

Tablo 2.18. DIN 8575 Kısım 1'e göre ısıya dayanıklı çeliklerin gazaltı kaynağı için teller.

Sıra No.	Esas metalin kısa gösterimi	Standart veya malzeme tablo no.	Kısa gösterim
1	17 Mn 4 19 Mn 6 15 Mo 3 GS-22 Mo 4	DIN 17155 DIN 17155 DIN 17155, DIN 17175 DIN 17245	SG Mo
2	13 CrMo 4 4 GS-17 CrMo 5 5	DIN 17155, DIN 17175 DIN 17245	SG CrMo 1
3	10 CrMo 9 10 GS-18 CrMo 9 10 GS-17 CrMo V 5 11	DIN 17155, DIN 17175 DIN 17245 DIN 17245	SG CrMo 2
4	12 CrMo 19 5	VdÜV-Wbl. 1207	SG CrMo 5
5	TS 38 (X 12 CrMo 9 1)	ISO 2804 Kısım 2	SG CrMo 9
6	14 Mo V 6 3	DIN 17175	SG Mo V
7	X 20 CrMo V 12 1 G-X22CrMoV 12 1	DIN 17175 DIN 17245	SG crMoWV 12

Tablo 2.19. DIN 8556'ya göre paslanmaz ve ısıya dayanıklı çelikler için kaynak teller.

Malzeme		Kimyasal Bileşim ¹⁾					
Simge	No.	C _≡	Cr	Mo	Ni	Diğerleri ²⁾	
X 8 Cr 14	1.4009	0,10	13,5	15,5	—	—	
X 3 CrNi 13 4	1.4351	0,04	12,5	15,0	3,0	—	
X 8 CrTi 18	1.4502	0,10	16,5	18,5	—	Ti 0,4 — 0,7	
X 5 CrNi 19 9	1.4302	0,06	18,0	20,0	8,5	10,5	
X 2 CrNi 19 9	1.4316	0,025	18,0	21,0	9,0	11,0	
X 5 CrNiNb 19 9	1.4551	0,07	18,0	20,0	8,0	10,0	
X 5 CrNiMo 19 11	1.4403	0,06	18,0	20,0	10,0	12,0	
X 2 CrNiMo 19 12	1.4430	0,025	17,0	19,0	10,0	13,0	
X 5 CrNiMoNb 19 12	1.4576	0,07	18,0	20,0	10,0	13,0	
X 2 CrNiMo 18 15	1.4433	0,025	17,0	19,0	13,0	16,0	
X 5 CrNiMo 18 13	1.4447	0,06	17,0	19,0	12,5	15,5	
X 6 NiCrMoCuNb 20 18	1.4507	0,07	17,5	20,0	20,0	22,0	
X 5 CrNiMoNb 25 25	1.4587	0,07	25,0	27,0	2,0	2,5	
X 2 CrNi 24 12	1.4332	0,025	23,0	25,0	—	—	
X 2 CrNiNb 24 12	1.4556	0,025	23,0	25,0	—	—	
X 15 CrNiMn 18 8	1.4370	0,20	17,0	20,0	—	—	
X 8 Cr 30	1.4773	0,10	29,0	31,0	—	—	
X 12 CrNi 25 4	1.4820	0,15	25,0	27,0	—	—	
X 12 CrNi 22 12	1.4829	0,15	21,0	23,0	—	—	
X 12 CrNi 25 20	1.4842	0,15	24,0	27,0	—	—	
X 12 NiCr 36 18	1.4863	0,20	17,0	19,0	—	—	
					≤2,0	6,0	
					10,0	13,0	
					19,0	22,0	
					36,0	40,0	

1) Özet hallerde sapmalar ve gayri safiyetler anlaşmaya bağlıdır.
2) Gazaltı için Si > 0,5% , Tozaltı için Si < 0,5%
3) Nb içeriği en az C'ün 12 katı olmalıdır; Nb %'sinin 20 katı Ta konabilir.

1) Özel hallerde sapmalar ve gayri safiyetler anlaşmaya bağlıdır.

2) Gazaltı için Si > 0,5% , Tozaltı için Si < 0,5%

3) Nb içeriği en az C'un 12 katı olmalıdır; Nb %'sinin 20 katı Ta konabilir.

TS EN 12070'e göre sürünme dirençli çeliklerin ark kaynağı için tel elektrodlar teller ve çubuklar- sınıflandırma

Bu standart, sürünme dirençli çeliklerin gazaltı tungsten ark (TIG) kaynağı, gazaltı metal ark (MIG/MAG) kaynağı, tozaltı ark kaynağında kullanılan tel elektrodların, tellerin ve çubukların sınıflandırılması için gerekli şartları belirler. Tel elektrodlar, teller ve çubukların sınıflandırılması kimyasal bileşimlerine göre yapılır.

Ark kaynağında kullanılan tel elektrod, tel veya çubuk için sembol, kısa gösterilişin başlangıcına yerleştirilen gazaltı metal ark kaynağı için G, tozaltı ark kaynak için S ve/veya gazaltı tungsten ark kaynağı için W harfleridir.

Tablo 2.20. Tel elektrodların, tellerin ve çubukların kimyasal bileşimi için alaşım sembolleri.

Alaşım Sembolleri	Kimyasal Bileşim (%) ¹⁾²⁾									Diğer Elementler
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V		
Fe	0,08-0,15	0,05-0,25	0,80-1,20	0,025	0,025	-	0,45-0,85	-	-	-
FeSi	0,08-0,15	0,50-0,80	0,70-1,30	0,020	0,020	-	0,40-0,60	-	-	-
FeMn	0,08-0,15	0,05-0,25	1,30-1,70	0,025	0,025	-	0,45-0,65	-	-	-
FeV	0,08-0,15	0,10-0,30	0,60-1,00	0,020	0,020	0,30-0,60	0,50-1,00	0,25-0,45	-	-
FeVSi	0,08-0,15	0,40-0,70	0,70-1,10	0,020	0,020	0,30-0,60	0,50-1,00	0,20-0,40	-	-
CrFe	0,08-0,15	0,50-0,75	0,60-1,00	0,020	0,020	0,80-1,30	0,40-0,65	-	-	-
CrFeSi	0,08-0,14	0,50-0,80	0,80-1,20	0,020	0,020	0,80-1,30	0,40-0,65	-	-	-
CrFeV	0,08-0,15	0,05-0,25	0,80-1,20	0,020	0,020	0,80-1,30	0,80-1,30	0,10-0,35	-	-
CrFeVSi	0,08-0,15	0,50-0,80	0,80-1,20	0,020	0,020	0,80-1,30	0,80-1,30	0,10-0,35	-	-
CrFe2	0,08-0,15	0,05-0,25	0,30-0,70	0,020	0,020	2,2-2,8	0,80-1,15	-	-	-
CrFe2Si	0,08-0,12	0,50-0,80	0,80-1,20	0,020	0,020	2,3-3,0	0,80-1,20	-	-	-
CrFe2L	0,05	0,05-0,25	0,30-0,70	0,020	0,020	2,2-2,8	0,80-1,15	-	-	-
CrFe2LSi	0,05	0,50-0,80	0,80-1,20	0,020	0,020	2,3-3,0	0,80-1,20	-	-	-
CrFe5	0,03-0,10	0,20-0,50	0,40-0,75	0,020	0,020	5,5-6,5	0,50-0,80	-	-	-
CrFe5Si	0,03-0,10	0,30-0,60	0,30-0,70	0,020	0,020	5,5-6,5	0,50-0,80	-	-	-
CrFe8	0,08-0,10	0,30-0,60	0,30-0,70	0,025	0,025	8,5-10,0	0,80-1,20	0,15	Ni 0	-
CrFe8Si	0,03-0,10	0,40-0,80	0,40-0,80	0,020	0,020	8,5-10,0	0,80-1,20	-	-	-
CrFe8L	0,07-0,13	0,5	0,4-1,1	0,020	0,020	8,0-10,5	0,80-1,20	0,15-0,30	Ni 0,4-1,0 Nb 0,03-0,10 N 0,02-0,07 Cu 0,25	-
CrMoWV12	0,22-0,30	0,05-0,40	0,40-1,20	0,025	0,025	10,5-12,5	0,80-1,20	0,20-0,40	Ni 0,8 W 0,40-0,60	-
VrMoWV12Si	0,17-0,24	0,20-0,60	0,40-1,00	0,025	0,020	10,5-12,0	0,80-1,20	0,20-0,40	Ni 0,8 W 0,40-0,60	-

2. Kararlaştırılan diğer bileşim

1) Belirlenmedikçe N<0,3, Cu<0,3, V<0,03, Nb<0,01, Cr<0,2

2) Çizelgede gösterilen tek değerler en üst değerlerdir.

3) Sonuçlar, ISO 31-0 EKB Kural A'ya göre olan kuralar kullanılarak belirlenmiş değerlerdeki gibi önemli sayıların son hanelerinde yuvarlatılmıştır.

TS EN 12071 "Sürünme dayanımlı çeliklerin gazaltı metal ark kaynağı için boru biçiminde özlü elektrodlar-sınıflandırma"

Bu standart, sürünme dayanımlı ve düşük alaşımlı yüksek sıcaklık çeliklerinin gazaltı metal ark kaynağında kullanılan boru biçimindeki özlü elektrodların sınıflandırılması için gerekli şartları kapsar. Sınıflandırma, saf kaynak metalinin kimyasal bileşimine dayanır ve altı kısma ayrılır:

- Birinci kısım tanımlanan mamul/işlem'i gösteren sembolü verir.
- İkinci kısım, saf kaynak metalinin kimyasal bileşimini gösteren sembolü verir.
- Üçüncü kısım, elektrod özünün tipini gösteren sembolü verir.
- Dördüncü kısım, koruyucu gazı gösteren sembolü verir.
- Beşinci kısım, kaynak konumunu gösteren sembolü verir.
- Altıncı kısım, saf kaynak metalinin hidrojen içeriğini gösteren sembolü verir.

Örnek:

EN 12071 - T Cr Mo 1 B M 4 H5

Burada:

- EN 12071** : Standardın numarası
T : Boru biçiminde özlü elektrod/gazaltı metal ark kaynağı
CrMo1 : Saf kaynak metalinin kimyasal bileşimi
B : Elektrod öz tipi
M : Koruyucu gaz
4 : Kaynak konumu
H5 : Saf kaynak metalinin hidrojen içeriği

TS EN 12072 "Paslanmaz ve ısıya dirençli çeliklerin ark kaynağı için tel elektrodlar, teller ve çubuklar-sınıflandırma"

Bu standart, paslanmaz ve ısıya dirençli çeliklerin, gazaltı metal ark kaynağı, gazaltı tungsten ark kaynağı, plazma ark kaynağı ve tozaltı ark kaynağı için tel elektrodların, tellerin ve çubukların sınıflandırılması için gerekli şartları kapsar. Tel elektrodlar teller ve çubuklar, kimyasal bileşimlerine göre sınıflandırılır.

Gazaltı metal ark kaynağı için kullanılan ve tozaltı ark kaynağında da kullanılabilen tel elektrod, aşağıdaki tablo 2.21'de gösterilen alaşım sembolü için verilen limitler içerisinde kimyasal bileşime sahiptir.

Kısa gösteriliş aşağıdaki şekilde olmalıdır.

EN - G 20 10 3 ve/veya S 20 10 3

a) TIG kaynağı için kullanılan bir çubuğun kısa gösterilişi aşağıdaki şekildedir.
 EN-W 20 10 3

b) Silisyum > % 0,65 - 1,2 olan **19 12 3 L** kimyasal bileşimine sahip **gazaltı metal ark kaynağı** için kullanılan tel elektrodun kısa gösterilişi:

EN-G 19 12 3 L Si

EN : standardın numarası;

G : mamul/işlem sembolü, G sembolü MIG/MAG kaynağı içindir.

19 12 3 L Si : tel elektrodun kimyasal bileşimidir.

Tablo 2.21. TS EN 12072'de verilen göre tel elektrodlar, teller ve çubukların kimyasal bileşimleri için semboller.

Ataşım Sembolleri	C	Si	Mn	P ³¹	S ³²	Kimyasal Bileşim % (m/m) ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾	Cr	Ni ⁵⁸	Mo ⁷⁸	Diğer Elementler ²⁵
Martenzitik/Feritik										
13	0,15	1,0	1,0	0,03	0,02	12,0-15,0	-	-	-	-
13 L	0,05	1,0	1,0	0,03	0,02	12,0-15,0	-	-	-	-
13.4	0,05	1,0	1,0	0,03	0,02	11,0-14,0	3,0-5,0	0,4-1,0	-	-
17	0,12	1,0	1,0	0,03	0,02	16,0-19,0	-	-	-	-
Ostenitik										
19 9 L ⁶¹	0,03	0,65	1,0-2,5	0,03	0,02	19,0-21,0	9,0-11,0	-	-	-
19 9 Nb ⁶⁴	0,08	0,65	1,0-2,5	0,03	0,02	19,0-21,0	9,0-11,0	-	-	Nb ⁷³
19 12 3 L ⁶¹	0,03	0,65	1,0-2,5	0,03	0,02	18,0-20,0	11,0-14,0	2,5-3,0	-	-
19 12 3 Nb ⁶⁵	0,08	0,65	1,0-2,5	0,03	0,02	18,0-20,0	11,0-14,0	2,5-3,0	-	Nb ⁷³
Feritik-Ostenitik										
22 9 3 L ⁶¹	0,03	1,0	2,5	0,03	0,02	21,0-24,0	7,0-10,0	2,5-4,0	-	N 0,10-0,20
25 7 2 L	0,03	1,0	2,5	0,03	0,02	24,0-27,0	6,0-8,0	1,5-2,5	-	-
25 9 3 Cu L ³¹	0,03	1,0	2,5	0,03	0,02	24,0-27,0	8,0-11,0	2,5-4,0	-	Cu 1,5-2,5; Nb 10-0,20
25 9 4 L ⁵⁵	0,03	1,0	2,5	0,03	0,02	24,0-27,0	8,0-10,6	2,5-4,5	-	Nb 20-0,30; Cu 1,5-1,0
Tam Ostenitik										
18 15 3 L ⁵⁰	0,03	1,0	1,0-4,0	0,03	0,02	17,0-20,0	13,0-16,0	2,5-4,0	-	-
18 16 5 L ⁵⁰	0,03	1,0	1,0-4,0	0,03	0,02	17,0-20,0	15,0-19,0	3,5-5,0	-	N 0,10-0,20
19 13 4 L ⁵¹	0,03	1,0	1,0-5,0	0,03	0,02	17,0-20,0	12,0-15,0	3,0-4,5	-	-
20 25 5 Cu L ^{51/52}	0,03	1,0	1,0-4,0	0,03	0,02	18,0-22,0	24,0-27,0	4,0-6,0	-	Cu 1,0-2,0
20 16 3 Mn L ^{51/52}	0,03	1,0	5,0-9,0	0,03	0,02	19,0-22,0	15,0-18,0	2,5-4,5	-	-
25 22 2 L ⁵⁰	0,03	1,0	3,0-6,0	0,03	0,02	24,0-27,0	20,0-23,0	1,5-3,0	-	N 0,10-0,20
27 31 4 Cu L ⁵¹	0,03	1,0	1,0-3,0	0,03	0,02	26,0-29,0	30,0-33,0	3,0-4,5	-	Cu 0,7-1,5
Özel Tipler										
18 8 Mn ⁵¹	0,20	1,2	5,0-8,0	0,03	0,03	17,0-20,0	7,0-10,0	-	-	-
20 10 3	0,12	1,0	1,0-2,5	0,03	0,02	18,0-21,0	8,0-12,0	1,5-3,5	-	-
23 12 L ⁵¹	0,03	0,65	1,0-2,5	0,03	0,02	22,0-25,0	11,0-14,0	-	-	-
23 12 Nb	0,08	1,0	1,0-2,5	0,03	0,02	22,0-25,0	11,0-14,0	-	-	Nb ⁷³
23 12 2 L	0,03	1,0	1,0-2,5	0,03	0,02	21,0-25,0	11,0-15,5	2,0-3,5	-	-
29 9	0,15	1,0	1,0-2,5	0,03	0,02	28,0-32,0	6,0-12,0	-	-	-
Yüksek sıcaklık tipleri										
16 8 2	0,10	1,0	1,0-2,5	0,03	0,02	14,5-18,5	7,5-9,5	1,0-2,5	-	-
19 8 H	0,04-0,08	1,0	1,0-2,5	0,03	0,02	18,0-21,0	9,0-11,0	-	-	-
19 12 3 H	0,04-0,08	1,0	1,0-2,5	0,03	0,02	18,0-20,0	11,0-14,0	2,0-3,0	-	-
22 12 H	0,04-0,15	2,0	1,0-2,5	0,03	0,02	21,0-24,0	11,0-14,0	-	-	-
25 4	0,15	2,0	1,0-2,5	0,03	0,02	24,0-27,0	4,0-6,0	-	-	-
25 20 ⁵⁹	0,08-0,15	2,0	1,0-2,5	0,03	0,02	24,0-27,0	18,0-22,0	-	-	-
25 20 H ⁶¹	0,35-0,45	2,0	1,0-2,5	0,03	0,02	24,0-27,0	18,0-22,0	-	-	-
18 36 H ⁶¹	0,18-0,25	0,4-2,0	1,0-2,5	0,03	0,02	15,0-19,0	33,0-37,0	-	-	-

1. Belirtilmediğinde Mo < % 0,75, Cu < % 0,75 ve Ni < % 0,60 olmalıdır.

2. Çizelgede gösterilen tek değerler en büyük değerlerdir. ,
3. Çizelgede listelenmemiş tel elektrodlar, benzer şekilde sembolize edilmeli ve ön ek olarak Z harfi konmalıdır.
4. Neticeler ISO 31-0 Ek B, kural A'ya uygun kaideler kullanılarak belirlenmiş değerlerdeki gibi, önemli rakamların aynı sayı değerlerine yuvarlatılmalıdır.
5. 25 72, 1816 5 L, 20 16 3 Mn L, 18 8 Mn ve 29 9 hariç olmak üzere P ve S'nin toplamı % 0,050'yi aşmayabilir.
6. Si > % 0,65 -1,2 olması halinde, Si alaşım sembolüne ilâve edilmelidir.
7. Nb en az 10 x % C, en fazla % 1,0; Nb miktarının % 20 sine kadar olan Nb, Ta ile yer değiştirebilir.
8. Bu sembol altındaki tel elektrodlar, genellikle belirli özellikler için seçilir ve birbirleriyle doğrudan değiştirilemeyebilir.
9. Saf kaynak metali çoğu hallerde tamamıyla astenitik ve bu nedenle mikro yarılmaya veya sıcak çatlamaya hassas olabilir. Kaynak metali mangan seviyesini artırarak yarıлма/çatlamanın meydana gelmesi ihtimali azaltılır ve bu hususu kabul ederek mangan aralığı bir kaç seviye genişletilir.
10. N, % 0,10- 0,20 olarak ilâve edildiğinde N, alaşım sembolüne eklenmelidir.

TS EN 12073 - Paslanmaz ve ısıya dirençli çeliklerin gaz korumalı veya gaz korumasız metal ark kaynağı için boru biçiminde özlü elektrodlar - Sınıflandırma

Bu standart, paslanmaz ve ısıya dirençli çelikler gibi çeliklerin gazaltı metal ark kaynağında kullanılan gaz korumalı veya gaz korumasız boru biçiminde özlü elektrodların kısa gösterilişleri için saf kaynak metalinin kimyasal bileşimine göre sınıflandırılmasını belirtir.

Boru biçimindeki özlü elektrod, gerektiğinde aşağıda gösterilen uygun koruyucu gaz ile saf kaynak metalinin kimyasal bileşimine göre sınıflandırılmalıdır:

Sınıflandırma beş bölüme ayrılır:

- a) birinci bölüm, tanımlanacak mamul/işlem'i gösteren sembolü,
- b) ikinci bölüm, saf kaynak metalinin kaynak metali kimyasal bileşimini gösteren sembolü
- c) üçüncü bölüm, elektrodun öz tipini gösteren sembolü
- d) dördüncü bölüm koruyucu gazı gösteren sembolü
- e) beşinci bölüm, kaynak konumunu gösteren sembolü içerir.

Bu tanıtm, kullanışını yaygınlaştırmak için zorunlu ve seçmeli olmak üzere iki kısma ayrılır.

Zorunlu kısım, mamul tipi, kimyasal bileşim, özün ve koruyucu gazın bileşimi ve özelliklerinin sembollerini, seçmeli kısım ise elektroda uygun olan kaynak konumu sembollerini kapsar.

Bu standartta elektrodun öz tipi Tablo 2.22'de belirtilmiştir.

Tablo 2.22. TS EN12073'e göre özlü elektrodların öz tipleri

Sembol	Özellikler	Koruyucu gaz
R	Rutil esaslı, yavaş katılaşan cüruf	EN 439 M2 veya C
P	Rutil esaslı, hızlı katılaşan cüruf	EN 439 M2 veya C
M	Metal toz öz	EN 439 M1
U	Koruyucu gazsız	yok
Z	Diğer tipler	

Gaz korumasız boru biçimindeki özlü elektrodlar için N sembolü kullanılır. **Kısa Gösteriliş Örneği:**

EN - T 19 12 3 L R M4

Zorunlu Bölüm: EN-T19 12 3 L R M

- EN** : standardın numarası
T : boru biçimindeki özlü elektrod/MIG/MAG kaynağı
19 12 3L : saf kaynak metalinin kimyasal bileşimi
R : elektrodun öz tipi
M : koruyucu gaz
4 : kaynak konumu

AWS A5.9'a göre Çelik Teller

Aşağıda AWS A5.9'a göre ilave malzemeler verilmiştir.

Tablo 2.23. AWS A5.9'a göre paslanmaz ve korozyona dayanıklı çelik tellerin kimyasal bileşimleri.

Simgesi	C	Cr	Ni	Mo	Mn	Nb+Ta	Si	P	S	Cu	Fe
ER308	.06	19.5-22.0	9.0-11.0	.50	1.0-2.5	—	.30-.65	.03	.03	.50	
ER308L ^a	.03	19.5-22.0	9.0-11.0	.50	1.0-2.5	—	.30-.65	.03	.03	.50	
ER308Mo ^b	.06	18.0-21.0	9.0-12.0	2.0-3.0	1.0-2.5	—	.30-.65	.03	.03	.50	
ER308MoL ^{a,b}	.04	18.0-21.0	9.0-12.0	2.0-3.0	1.0-2.5	—	.30-.65	.03	.03	.50	
ER309	.12	23.0-25.0	12.0-14.0	.50	1.0-2.5	—	.30-.65	.03	.03	.50	
ER309L ^a	.03	23.0-25.0	12.0-14.0	.50	1.0-2.5	—	.30-.65	.03	.03	.50	
ER310	.08-.16	25.0-28.0	20.0-22.5	.50	1.0-2.5	—	.30-.65	.03	.03	.50	
ER312	.15	28.0-32.0	8.0-10.0	.50	1.0-2.5	—	.30-.65	.03	.03	.50	
ER15-8-2 ^c	.10	14.5-16.5	7.5-9.5	1.0-2.0	1.0-2.5	—	.30-.65	.03	.03	.50	
E16R316	.06	16.0-20.0	11.0-14.0	2.0-3.0	1.0-2.5	—	.30-.65	.03	.03	.50	
ER316L ^d	.03	16.0-20.0	11.0-14.0	2.0-3.0	1.0-2.5	—	.30-.65	.03	.03	.50	
ER317	.06	18.5-20.5	13.0-15.0	3.0-4.0	1.0-2.5	—	.30-.65	.03	.03	.50	
ER317L ^e	.03	18.5-20.5	13.0-15.0	3.0-4.0	1.0-2.5	—	.30-.65	.03	.03	.50	
ER318	.06	18.0-20.0	11.0-14.0	2.0-3.0	1.0-2.5	8 x C min 1.0	.30-.65	.03	.03	.50	
ER320	.07	19.0-21.0	32.0-36.0	2.0-3.0	2.5	8 x C min 1.0	.60	.04	.03	3.0-4.0	
ER321	.06	18.5-20.5	9.0-10.5	.5	1.0-2.5	—	.30-.65	.03	.03	.50	
ER330	.18-.25	15.0-17.0	34.0-37.0	5	1.0-2.5	—	.30-.65	.03	.03	.50	
ER347	.08	19.0-21.5	9.0-11.0	5	1.0-2.5	10 x C min 1.0	.30-.65	.03	.03	.50	
ER348	.06	19.0-21.5	9.0-11.0	5	1.0-2.5	10 x C min 1.0	.30-.65	.03	.03	.50	
ER349	.07-.13	19.0-21.5	8.0-9.5	.35-.65	1.0-2.5	1.0-1.4	.30-.65	.03	.03	.50	
ER410	.12	11.5-13.5	.50 ^e	.6	.60	—	.50	.03	.03	.50	
ER410NiMo ^d	.06	11.0-12.5	4.0-5.0	4.7	.60	—	.50	.03	.03	.50	
ER420	.25-.40	12.0-14.0	.60	.50	.60	—	.50	.03	.03	.50	
ER430	.10	15.5-17.0	.60	.50	.60	—	.50	.03	.03	.50	
ER26-1 ^a	.10	15.5-17.0	—	.50	.60	—	.50	.02	.02	.20	
ER502	.10	4.5-6.0	.60	.45-.55	.60	—	.50	.03	.03	.50	
ER506	.10	8.0-10.5	.60	8-1.2	.60	—	.50	.04	.03	.50	
ER630	.05	16.0-18.8	4.5-6.0	.75	.25-.75	.15-.30	.75	.04	.03	3.25-4.0	

a L harfleri, çok düşük karbon bileşimini ifade eder.

b Mo yazılmı, molibden ile alaşımlandırılmış olduğunu belirtir.

c 16-8-2 gösterimi, % 16 Cr, % 8 Ni, % 2 Mo içeriğini ifade eder.

d Ni yazılmı, Nikel ile alaşımlandırılmış olduğunu belirtir.

e 26-1 gösterimi % 26 Cr, % 1 Mo içeriğini ifade eder.

Tabloda gösterilen tek değerler en üst değerlerdir.

2.4.4. Dökme Demirlerin Gazaltı Kaynağı İçin Kaynak Çubukları

Tablo 2.24. DİN 8573 Kısım 1' e göre dökme demir için kullanılan gazaltı (TIG-MIG-MAG)kaynak çubukları

İlave malzeme		Teslim şekli	Uygulama
Nikel esaslı	Ni	Özlü tel elektrod	Karmaşık şekilli dökme parçalarda ön tavlama olmadan kaynak
	NiFe1	Masif tel ve özlü tel	Küresel grafitli ve siyah temper dökme demir, dökme demir ile çeliğin birleştirilmesi
	NiFe-2	Masif tel elektrod	Küresel grafitli dökme demir ve siyah
Bakır esaslı	CuAl-1	Masif ve özlü tel elektrod	Dökme demir ve temper dökme demirin düşük özellikte birleştirme ve doldurma kaynağı
	CuAl-2	Masif ve özlü tel elektrod	
	CuSn	Masif ve özlü tel elektrod	Kır dökme demirden mamul yatak, kaymalı yatak ve sızdırmazlık elemanları üzerine

Tablo 2.25. DIN 8573'e göre alaşımsız ve düşük alaşımlı dökme demir malzemelerin kaynağı için farklı tür ilave metaller.

Kısa gös- terim	Kimyasal bileşim %										
	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cu	Sn	Karbür yapıcı	Fe	Diğer
Fe-1	≤ 0,15	0,5...1,5	≤ 1,5	≤ 0,04	≤ 0,04					kalanı	≤ 1
Fe-2	≤ 0,15	0,5...1,5	≤ 0,15	≤ 0,04	≤ 0,04				≥ 5	kalanı	
Ni	≤ 2	≤ 1	≤ 2	≤ 0,03	≤ 0,03	≥ 92	≤ 2,5	≤ 0,15		≤ 5	≤ 1
NiFe-1	≤ 2	≤ 1	≤ 2	≤ 0,03	≤ 0,03	45...55	≤ 2,5			kalanı	≤ 1
NiFe-2	≤ 0,2	1...4	≤ 0,3	≤ 0,02	≤ 0,02	45...60	≤ 2,5		0,7...2	kalanı	≤ 1
NiCu	0,4...1,5	≤ 2,5	≤ 1	≤ 0,03	≤ 0,03	60...70	kalanı	≤ 0,15	≤ 0,15	≤ 5	≤ 1

Kısa gös- terim	Kimyasal bileşim %									
	Al	Mn	Si	Pb	Zn	Ni	Cu	Sn	Fe	Diğer
CuAl-1	9...11		≤ 0,10	≤ 0,02	≤ 0,02		kalanı		≤ 1,5	≤ 0,5
CuAl-2	6...8	8...14		≤ 0,02	≤ 0,1	≤ 3	kalanı		≤ 3	≤ 1
CuSn	≤ 0,01	≤ 0,35		≤ 0,02			kalanı	5...9	≤ 1,5	≤ 1

2.4.5. Demirdışı Metal ve Alaşımlarının Gazaltı Kaynağı İçin Kaynak Telleri ve Çubukları

2.4.5.1. Alüminyum ve Alaşımları İçin

Tablo 2.26. DIN 1732'ye göre Al ve Al alaşımları için kaynak telleri

Simge	Malzeme No.	Kimyasal Bileşim %	Erime Sıcaklığı °C	Yoğunluk kg/dm ³	DIN 1712 Blatt 3 ve DIN 1725 Blatt 1 ve Blatt 2'ye göre uygun alaşımlar
S - Al99,8	3,0286	Al min. 99,8	558	2,70	Al99,8 Al99,7 Al99,5 E - Al
S - Al99,8	3,0286	Al min. 99,8	558	2,70	Al99,8 Al99,7 Al99,5 E - Al
S - Al99,5	3,0259	Al min. 99,5	647 IIA 658	2,70	Al99,5 Al99 E - Al
S - Al99,5Ti	3,0805	Al + Ti min. 99,5 Ti 0,1 - 0,2	647 IIA 658	2,71	Al99,5 Al99 Al99,8 Al99,7
S - AlMn	3,0516	Mn 0,9 - 1,4 Mg 0 - 0,3 Gerisi Al	648 IIA 657	2,73	AlMn
S - AlMg3	3,3536	Mg 2,6 - 3,4 Mn 0 - 0,6 Cr 0 - 0,3 Ti 0,10 - 0,25 Gerisi Al	590 IIA 642	2,66	AlMg3, AlMg3, AlMgMn AlMg1, AlMg2 AlMgSi0,5 AlMgSi0,8 G - AlMg3 G - AlMg3 (Cu) G - AlMg3Si
S - AlMg5	3,3556	Mg 4,5 - 5,5 Mn 0 - 0,6 Cr 0 - 0,3 Ti 0,10 - 0,25 Gerisi Al	562 IIA 633	2,64	AlMg5, AlMgMn AlMg3, AlMgMn AlMgZn G - AlMg3, G - AlMg3Si G - AlMg5, G - AlMg5Si G - AlMg10 G - AlMg3 (Cu) AlMgSi1
S - AlMg4,5Mn	3,3548	Mg 4,3 - 5,2 Mn 0,60 - 1,0 Cr 0,05 - 0,25 Ti 0,10 - 0,25 Gerisi Al	568 IIA 638	2,4	AlMg4, 5Mn, AlMg5 AlZnMg1 G - AlMg3, G - AlMg3Si G - AlMg5, G - AlMg5Si G - AlMg10, G - AlMg3 (Cu) AlMgSi
S - AlSi5	3,2245	Si 4,5 - 5,5 Gerisi Al	573 IIA 625	2,68	AlSi5, AlMgSi0,5 AlMgSi0,8, AlMgSi
S - AlSi12	3,2585	Si 11,0 - 13,5 Mn 0 - 0,5 Gerisi Al	573 IIA 585	2,65	%7'den fazla Si

Tablo 2.27. AWS A5.10'a göre alüminyum ve alaşımları için kaynak telleri

Simge	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al
ER1100	Si + Fe	1.0	.05-.20	.05	—	—	.10	—	99.00
ER1280	Si + Fe	.40	.04	.01	—	—	—	—	99.60
ER2319	.20	.30	5.8-8.8	.20-.40	.02	—	.10	.10-.20	Kalanı
ER4145	9.3-10.7	.8	3.3-4.7	.15	.15	.15	.20	—	Kalanı
ER4043	4.5-6.0	.8	.30	.05	.05	—	.10	.20	Kalanı
ER4047	11.0-13.0	.8	.30	.15	.10	—	.20	—	Kalanı
ER5053	.10	.40	.03	.30-.50	3.3-4.3	.10-.20	2.4-3.2	.10	Kalanı
ER5554	Si + Fe	.40	.10	.50-1.0	2.4-3.0	.05-.20	.25	.05-.20	Kalanı
ER5654	Si + Fe	.45	.05	.01	3.1-3.9	.15-.35	.20	.05-.15	Kalanı
ER5355	Si + Fe	.50	.10	.05-.20	4.5-5.5	.05-.20	.10	.06-.20	Kalanı
ER5655	Si + Fe	.40	.10	.50-1.0	4.7-5.5	.05-.20	.25	.05-.20	Kalanı
ER5183	.40	.40	.10	.50-1.0	4.3-5.2	.05-.20	.25	.15	Kalanı

Tablo 2.28. AWS A5.7'ye göre bakır ve alaşımları için kaynak telleri.

Ticari Adı	Simge	Cu ^a +Ag	Zn	Sn	Mn	Fe	Si	Ni +Co	P	Al	Pb	Ti	Diğer Toplam
Bakır	ERCu	99.0	—	1.0	0.5	—	.50	—	.15	.01 ^d	.02 ^d	—	.50
Silisyum Bronzu	ERCuSi-A	94.0	1.5 ^b	1.5 ^b	1.5 ^b	0.5	2.6-4.0	—	—	.01 ^d	.02 ^d	—	.50
Fosfor Bronzu	ERCuSn-A	93.5	—	4.0-6.0	—	—	—	—	.10-.35	.01 ^d	.02 ^d	—	.50
Bakır- Nikel	ERCuNiF	Italanı	—	—	1.00	40-75	.15	29.0- 32.0	.02	—	.02 ^d	—	.50
	ERCuAl-A1	"	.10	—	.50	—	.10	—	—	6.0-9.0	.02 ^d	—	.50
	ERCuAl-A2	"	.02	—	—	1.5	.10	—	—	9.0-11.0	.02 ^d	—	.50
	ERCuAl-A3	"	.10	—	—	3.0-5.0	.10	—	—	10.0-11.0	.02 ^d	—	.50
Alüminyum Bronzu	ERCuMnAl	"	.10	—	80-3.50	3.0-5.0	.10	4.0-5.0	—	8.50-9.50	.02 ^d	—	.50
	ERCuMnAl	"	.15	—	11.0-14.0	2.0-4.0	.10	1.5-3.0	—	7.0-8.5	.02 ^d	—	.50

- a Minimum %
b Bunlardan biri veya hepsi beraberce bulunabilir.
c Maksimum kükürt (S) içeriği % 0.01.
d Diğer elementlerin toplamı verilmiş olan değeri geçmemelidir.

Tablo 2.29. DİN 1733'e göre bakır ve alaşımları için kaynak telleri.

Simge	Malzeme No.	Kimyasal Bileşim %		Fiziksel Özellikler		Uygulanan Malzemeler
		Alaşım Elementleri	Gayın Safiyetleri	Erime Sıcaklığı °C	Yoğunluk kg/dm ³	
S - CuAg	2.1211	Cu + Ag min. 99,5 Ag 0,5...1,2 P 0,01...0,05	Mn 0...0,2 Si 0...0,1 Ni 0,3 Fe 0,05 Pb 0,01 As 0,05 Diğerleri 0,1	1070 ... 1080	8,9	Bakır
S - CuSn	2.1006	Cu min. 98 Sn 0,5...1,0 Si 0,1...0,5 Mn 0,5...1,5	P 0...0,02 Ni 0,3 Fe 0,05 Pb 0,01 As 0,05 Diğerleri 0,1	1020 ... 1050	8,9	Bakır
S - CuSi3	2.1461	Cu Kalanı Si 2,6...4,5 Mn 0,5...1,5	Sn 0...1,5 Fe 0...0,5 Zn 0...0,5 Pb 0,02 P 0,02 Diğerleri 0,5	910 ... 1025	8,5	Cu-Si ve Cu-Mn alaşımları
S - CuSn6	2.1022	Cu Kalanı Sn 5,0...8,0 P 0,01...0,4	Fe 0,1 Al 0,01 Zn 0,1 Pb 0,02 Diğerleri 0,4	910 ... 1040	8,7	Cu-Sn alaşımları
S - CuAl8	2.0921	Cu Kalanı Al 7,5...9,5	Mn 0...1,8 Ni 0...0,8 Fe 0,5 Si 0,2 Zn 0,2 Diğerleri 0,5	1030 ... 1040	7,7	Cu-Al alaşımları
S - CuAl8Ni2	2.0922	Cu Kalanı Al 7,5...9,5 Ni 1,8...2,8 Mn 1,5...2,8 Fe 1,5...2,6	Si 0,2 Zn 0,2 Diğerleri 0,4	1030 ... 1050	7,5	Cu-Al-Ni alaşımları
S - CuAl8Ni6	2.0923	Cu Kalanı Al 7,5...9,5 Ni 5,5...6,5 Fe 2,6...3,3 Mn 1,0...1,5	Si 0,2 Zn 0,2 Diğerleri 0,4	1015 ... 1045	7,5	Cu-Al-Ni alaşımları
S - CuAl11Ni6	2.0925	Cu Kalanı Al 10...11 Ni 6,6...6,6 Fe 2,6...3,3 Mn 1,0...1,5	Si 0,2 Zn 0,2 Diğerleri 0,4	1015 ... 1045	7,4	Cu-Al-Ni alaşımları
S - CuMn13Al	2.1367	Cu 72...78 Mn 9,0...14,0 Al 5,5...6,6 Fe 1,5...2,5 Ni 1,5...2,5	Si 0,2 Zn 0,2 Pb 0,02 Diğerleri 0,5	945 ... 995	7,4	Deniz suyuna dayanıklı çinkosuz Cu-Al alaşımları
S - CuNi10Fe	2.0673	Cu Kalanı Ni 9,0...11,0 Fe 0,5...1,5 Mn 0,3...1,0 Nb+Ti 0,2...0,5	Sn 0,03 Zn 0,2 Pb 0,02 C 0,05 Diğerleri 0,4	1100 ... 1145	8,9	Cu-Ni Alaşımları CuNi5Fe CuNi10Fe
S - CuNi30Fe	2.0637	Cu Kalanı Ni 29,0...32,0 Mn 0,5...1,5 Fe 0,4...1,4 Ti 0,2...0,5	Sn 0,03 Zn 0,2 Pb 0,02 C 0,05 Diğerleri 0,4	1160 ... 1240	8,9	Cu-Ni alaşımları CuNi30Fe CuNi10Fe

Tablo 2.30. DIN 1736'ya göre nikel ve alaşımları için kaynak telleri.

Simge	Malz. No.	Kimyasal Bileşim Alaşımlar %	G. Safiyetler % Max	Fiziksel Erime S. °C	Özellikler Yoğun. kg/dm³	Uygulama Alanları
S-NiTi4	2.4155	Ni min. 80 Ti 1,0...4,0	C 0,05 Cu 0,25 S 0,01 Fe 0,75 Si 0,75 Mn 0,75 Nb 2 Al 1,0 Ti + Al + Nb < 5 Diğerleri 0,5	≈1300	8,4	Ni 99,9 Ni 99,9 Ni 99,2 LC-Ni 99 NiMn 1 LC-Ni 99,6 Bu alaşımların çelikler ile birleştirilmesinde,
S-NiCr20Nb	2.4806	Ni min. 67 Cr 18,0...22,0 Mn 2,5...3,5 Nb 2,0...3,0	C 0,05 Si 0,5 Cu 0,5 Co 0,1 Fe 3,0 Ti 0,75 S 0,015 Mo 2,0 Diğerleri 0,5	≈1400	8,3	NiCr15Fe LC-NiCr15Fe NiCr15FeMo NiCr20Ti NiCr20TiAl x10NiCrAlTi220 Çelikli baki içermeyen nikel alaşımların kaynağında ve bunların çelikli ve alaşmaz çelikler ile birleştirilmesinde,
S-NiCr20	2.4639	Ni min. 78 Cr 18,0...21,0	C 0,25 Mn 1,2 Cu 0,2 S 0,01 Fe 0,5 Si 0,5 Diğerleri 0,5	≈1400	8,3	Aynı amaçla sertleştirilme götüren yüksek sıcaklığa dayanıklı nikel alaşımların ve bunların çeliklere birleştirilmesinde,
S-NiMo30	2.4800	Ni min. 80 Mo 26,0...30,0 Fe 4,0...7,0 V 0,2...0,4	C 0,05 S 0,025 Co 2,5 Si 1,0 Cr 1,0 Mn 1,0 Diğerleri 0,5	1300 ...	9,2	NiMo30 NiMo28 Bu alaşımların çelikler ile birleştirilmesinde,
Si-NiMo27	2.4615	Mo 26,0...30,0 Gerisi Ni	C 0,02 Cr 1,0 Mn 1,0 Si 0,10 Fe 2,0 S 0,03 Diğerleri 0,5	1330 ...	9,2	NiMo30 NiMo28 Bu alaşımların çelikler ile birleştirilmesinde,
S-NiMo18 Cr16W	2.4888	Mo 15,0...17,0 Cr 14,5...16,5 Fe 4,0...7,0 W 3,0...4,5 Gerisi Ni	C 0,02 Si 0,08 Co 2,5 S 0,03 Mn 1,0 V 0,35 Diğerleri 0,5	1300 ...	8,8	NiMo16Cr16W Bu alaşımların çelikler ile birleştirilmesinde,
S-NiCr20 Mo15	2.439	Cr 19,0...21,0 Mo 14,0...16,0 Gerisi Ni	C 0,015 Si 0,10 Mn 1,0 S 0,02 Fe 1,5 Nb 0,40 V 0,40 Diğerleri 0,5	1270 ...	8,6	NiMo16Cr16Ti NiMo16Cr16W Bu alaşımların çelikler ile birleştirilmesinde,
S-NiMo18 Cr16Ti	2.4811	Mo 14,0...17,0 Cr 14,0...18,0 Gerisi Ni	C 0,015 Si 0,08 Co 2,5 S 0,03 Mn 1,0 Ti 0,7 Fe 3,0 Diğerleri 0,5	1300 ...	8,6	NiMo16Cr16Ti Bu alaşımların çelikler ile birleştirilmesinde,
S-NiCr21 Mo9Nb	2.4831	Ni min. 80 Cr 20...23 Nb 3,0...4,5 Mo 8...10	Mn 0,5 Co 0,010 Fe 5,0 S 0,015 Si 0,5 Al 0,4 Diğerleri 0,5	≈1350	8,6	NiCr21Mo9Nb NiCr21Mo NiCr22Mo NiCr20Mo15 NiMo16Cr16Ti Baki içermeyen nikel alaşımların birlikte ve alaşmaz alaşım çelikleri ile birleştirilmesinde,
S-NiCr27Mo	2.4655	Ni 38...42 Cr 24...28 Mo 2,5...4,0 Cu 1,5...3,0 Mn 0,5...2,0 Gerisi Fe	C 0,025 Al 0,20 Si 0,50 Ti 1,0 S 0,015 Diğerleri 0,5	1370 ...	8,2	NiCr21Mo Bu alaşımların yüksek korozyon dayanımı östenitik çelik ile birleştirilmesinde,
S-NiCr29Mo	2.4866	Ni 35...40 Cr 27...31 Mo 2,5...4,0 Cu 1,5...3,0 Mn 1,0...3,0 Gerisi Fe	C 0,020 Al 0,2 Si 0,50 Ti 1,0 S 0,015 Diğerleri 0,5	1370 ...	8,2	NiCr21Mo Bu alaşımların yüksek korozyon muamelesi östenitik çelikler ile birleştirilmesinde,
S-NiCu30 MnTi	2.4377	Ni min. 62 Cu 28...34 Ti 1,5...3,0 Fe 0,5...2,5 Mn 2,0...4,0	C 0,15 S 0,02 Al 1,0 Si 1,0 Nb 0,5 Diğerleri 0,5	1315 ...	8,6	NiCu30Fe LC-NiCu30Fe Bu alaşımların çelikler ile birleştirilmesinde,
S-NiCu30Al	2.4373	Ni min. 63 Cu 27,0...34,0 Al 2,0...4,0 Fe 0,5...2,0	C 0,2 S 0,01 Si 1,0 Mn 1,5 Ti 1,0 Diğerleri 0,5	1300 ...	8,7	NiCu30Al

Tablo 2.31. AWS A5.14'e göre nikel ve alaşımları için MIG kaynak telleri

Simge	C	Mn	Fe	P	S	Si	Cu	Ni ^a	Co	Al	Ti	Cr	Nb + Ta	Mo	W	V
ERNi-1	.15	.10	.10	.03	.015	.75	.25	93.0	-	1.5	2.0	-	-	-	-	-
ERNiCu-7	.15	4.0	2.5	.02	.015	1.25	Kaliteli	63.0-69.0	-	1.25	1.5-2.0	-	-	-	-	-
ERNiCr-3	.10	2.5-3.5	3.0	.03	.015	.50	.50	57.0	b	-	15	18.0-22.0	2.0-3.0d	-	-	-
ERNiCrFe-5	.08	1.0	8.0-10.0	.03	.015	.35	.80	70.0	b	-	-	14.0-17.0	1.5-3.0d	-	-	-
ERNiCrFe-6	.08	2.0-2.7	8.0	.03	.015	.35	.50	67.0	-	-	2.5-3.5	14.0-17.0	-	-	-	-
ERNiCrFe-7	.08	1.0	5.0-9.0	.03	.015	.50	.50	70.0	-	40-1.0	2.0-2.75	14.0-17.0	.70-1.2	-	-	-
ERNiCrFe-1	.08	1.0	22.0c	.03	.03	.50	1.50-3.0	38.0-45.0	-	20	.80-1.2	19.5-23.5	-	2.5-2.5	-	-
ERNiMo-1	.05	1.0	4.0-7.0	.025	.03	1.0	.50	Kaliteli	2.5	-	-	1.0	-	25.0-30.0	1.0	20-40
ERNiMo-2	.08	1.0	8.0	.015	.02	1.0	.50	Kaliteli	20	-	-	8.0-8.0	-	15.0-18.0	50	50
ERNiMo-3	.04-.05	1.0	4.0-7.0	.04	.03	1.0	.50	Kaliteli	2.5	-	-	4.0-6.0	-	23.0-28.0	-	50
ERNiMo-7	.12	1.0	2.0	.04	.03	.10	.50	Kaliteli	1.0	-	-	1.0	-	28.0-30.0	-	-
ERNiMo-1	.02	1.0-2.0	18.0-21.0	.04	.03	1.0	1.5-2.5	Kaliteli	2.5	-	-	21.0-23.5	1.75-2.50	5.5-7.5	10	-
ERNiMo-2	.05	1.0	17.0-20.0	.04	.03	1.0	.50	Kaliteli	5-2.5	-	-	20.5-23.0	-	8.0-10.0	20-10	-
ERNiMo-3	.05-.15	.80	8.0	.02	.015	.80	.50	88.0	-	.40	.50	20.0-23.0	3.15-4.15	8.0-10.0	-	-
ERNiMo-4	.10	1.0	4.0-7.0	.04	.03	.08	.50	Kaliteli	2.5	-	-	14.5-16.5	-	16.0-17.0	30-45	35
ERNiMo-5	.02	1.0	4.0-7.0	.04	.03	1.0	.50	Kaliteli	2.5	-	-	14.5-16.5	-	15.0-17.0	30-45	35
ERNiCrMo-7	.015	1.0	3.0	.04	.03	.08	.50	Kaliteli	2.0	-	.70	14.0-18.0	-	14.0-17.0	-	-
ERNiCrMo-8	.03	1.0	Kaliteli	.03	.03	1.0	.7-1.20	47.0-52.0	-	-	.70-1.5	23.0-28.0	-	8.0-7.0	-	-

- a. Kobalt içeriği dahildir.
b. Belirtilmediği haller için Kobalt maksimum 0.12.
c. Min
d. Belirtilmediği haller için Tantal maksimum 0.30.

Tablo 2.32. AWS A5.19'a göre magnezyum ve alaşımları için kaynak telleri.

SİMGE	Al	Be	Mn ^a	Zn	Zr	Diğer Metaller	Cu ^b	Fe ^b	Ni ^b	Si ^b	Mg ^c
ERAZ61A	5.6-7.2	.0002-.0008	.15	.40-1.5	-	-	.05	.005	.005	.05	Kaliteli
ERAZ101A	9.5-10.5	.0002-.0008	.13	.75-1.25	-	-	.05	.005	.005	.05	Kaliteli
ERAZ30A	8.3-9.5	.0002-.0008	.15	1.7-2.3	-	-	.05	.005	.005	.05	Kaliteli
ERAZ33A	-	-	-	2.0-3.1	.45-1.0	2.5-4.0	-	-	-	-	Kaliteli

- a. Minimum %.
b. Maksimum %.
c. Diğer elementlerin toplamı maksimum %0.30.

2.4.6. Uygun Tel Elektrodun Seçimi İçin Kriterler

Gazaltı ark kaynağında kaynak işleminin başarısı, büyük ölçüde tel elektrodun doğru seçilmesine bağlıdır. Özellikle elektrodun eriyerek kaynak metaline karıştığı gazaltı metal (MIG/MAG) ark kaynağında bu husus daha da önem kazanır.

Elektrod seçiminde gözönüne alınması gereken başlıca hususlar, esas metalin kimyasal bileşimi ve mekanik özellikleri (çekme dayanımı, akma sınırı, kırılma tokluğu), esas metalin kalınlığı, birleştirme tipi ve koruyucu gazın türüdür.

Esas metalin kimyasal bileşimi, tel elektrodla birlikte eriyerek katılaştıktan sonra oluşacak kaynak metalinin kimyasal bileşimini etkilediğinden, ayrıca kaynak dikişinin ısı ve elektriksel özelliklerini belirlediğinden önemlidir. Alaşımlı çelikler halinde, kaynak metalinin ısısının tesiri altında kalan bölgede (ITAB) oluşacak içyapıların ve sertlik değerlerinin tahmini açısından da esas metalin kimyasal bileşiminin bilinmesi ayrıca önemlidir. Korozyon dayanımı bakımından da esas metalin kimyasal bileşiminin bilinmesi gerekir.

Kaynak metalinden istenen çekme ve akma dayanımlarının elde edilmesinde esas metalin dayanım değerleri de belirleyici olduğundan bu kritere göre bir tel elektrodun seçiminde esas metalin mekanik özelliklerinin bilinmesi gerekir. Ayrıca özellikle ferritik çeliklerin kaynağında malzemenin sünek-gevrek geçiş sıcaklığının da bilinmesi gerekir.

Kullanılan koruyucu gaz türü de uygun tel elektrod seçiminde etkilidir. Kaynakta inert gaz kullanılması halinde yanma nedeniyle bileşen kaybı oluşmazken, karbondioksit veya karışım gaz kullanılan yöntemlerde, erimiş haldeki esas metalden ve ilave telden yanma nedeniyle bileşen kaybı ortaya çıkar. Örneğin MAG kaynağında, demirin oksijenle oksitlenmesi ve oluşan demiroksitin mangan ve silisyum tarafından redüklenmesi sözkonusudur. Burada mangan ve silisyum kaybının ilave telden karşılanması zorunluluğu doğar. Bu nedenle bir kaynak telinin veya çubuğunun seçmeden önce, kaynak sırasında kullanılacak olan koruyucu gaz türünün de bilinmesi gerekir.

Kaynak yapılan esas metalin kalınlığı, formunun karışıklığı, parçanın hızlı veya yavaş soğumasına yol açar. Hızlı soğuma durumunda çatlama riski ortaya çıktığından, bazı uygulamalarda kaynak metalinin esas metale göre daha sünek olması arzu edilir. Ayrıca bazı sözleşme veya spesifikasyonlarda kaynak metalinden farklı bazı özellikler sağlanması istenebilir. Bu gibi durumlarda da ilave telin dikkatli seçilmesi gerekir.

2.5. Koruyucu Gazlar

Gazaltı ark kaynağında koruyucu gazların yerine getirmesi gereken fonksiyonlar şunlardır:

a) erimiş metalden ve yüksek sıcaklığa çıkan çevre kısımdan oluşan kaynak bölgesini tamamen örtmelidir.

b) kaynak metalinin soğuma hızının ayarlanmasına katkıda bulunmalı

da kullanabildiği gibi, özel durumlarda, örneğin nikel'in TIG kaynağında, kök korumada şekillendirici gaz olarak da kullanılır.

2.5.1. TIG Kaynağında Kullanılan Koruyucu Gazlar

TIG kaynağında başlangıçta helyum daha sonra argon gazı kullanılmıştır. Her iki gaz da tek atomlu ve inert gazdır. Bu nedenle diğer elementlerle birleşmezler; renksiz ve kokusuz olup yanmazlar. Helyum gazı havadan hafifken argon havadan ağırdır. Dolayısıyla helyum uçucudur ve koruma kabiliyeti düşüktür. Ancak argon, havadan ağır olması nedeniyle erimiş metali daha iyi korur. Yüksek akım şiddetinin kullanılması gereken hallerde, daha yüksek ark gerilimi sağlayan helyum gazı kullanılır.

Hafif metal ve alaşımlarının kaynağında kullanılan argon gazının çok saf olması gerekir (%99,995). İçerisinde bulunabilecek su buharı, oksijen ve azot gibi safiyetsizlikler kaynağın kalitesini düşürür. Bu nedenle paslanmaz çelik, bakır ve alaşımlarının kaynağında oksijen ve azotun oranları sırasıyla % 0,1 ve 1,5'un altında olması gerekir.

Argon gazı 150-180 atmosfer basınçta ve içerisinde 6 ila 9 m³ gaz içeren tüplerde taşınır. Tüpteki basınç, basınç düşürme manometresiyle kullanma basıncına düşürülüp.

Helyumun iyonizasyon enerjisi oldukça yüksektir (24,5 eV) dolayısıyla da uzun bir ark boyuna gerek gösterir. Bu da ark gerilimini yükseltir. Sonuçta $Q=U \cdot I$ formülü uyarınca kaynak enerjisi yani ısı girdisi artar. Kaynak yerine verilen ısı miktarının yükselmesi dikişin oluşumuna ve kaynak sırasındaki davranışına aşağıdaki şekilde etki eder:

- a) Nüfuziyet, tipik argon parmağı formunu kaybeder ve dikiş genişler
- b) Öntavlamaya gerek kalmaz veya çok az miktarda uygulanır
- c) Kaynak hızı yükselir
- d) Sıcak ve iyi şekilde gazı alınmış bir kaynak banyosu elde edilir.
- e) Kaynak arkı sakin değildir; TIG kaynağında alternatif akımda arkın tutuşması zordur. MIG kaynağında da damlanın geçişi düzensiz olup iri tanelidir.

Argon helyuma göre daha düşük bir iyonizasyon enerjisine sahiptir (15,7 eV). Bunun için kolayca plazma meydana getirir. Ark kararlı ve sakin yanar. İyi bir elektrik iletkenliğine sahiptir. Isıl iletkenliği kötüdür. Kaynak banyosunun yüzey gerilimi yüksektir; sıçrama yapar ve tipik argon parmağı şeklinde nüfuziyet sağlar. Ark gerilimi düşük olduğundan ısı girdisi azalır.

Argon helyuma göre 10 kat daha ağırdır (Ar: 1,7840 kg/Nm³, He: 0,1785 kg/Nm³). Diğer taraftan argon havadan da ağır olduğu için kaynak yerini daha iyi korur ve sarfiyatı da helyumdan çok daha azdır. Şöyle ki:

$$Ar / He = \sqrt{0,1785} / \sqrt{1,7840} = 0,422 / 1,336 = 1/3,16$$

Helyum ve argon karışımı altında yapılan kaynakta, oluşan yüksek kaynak sıcaklığından ötürü esas metal iyi bir şekilde erir ve tam bir birleşme sağlanır. Yüksek kaynak banyosu sıcaklığı, düşük yüzey geriliminin oluşmasına yol açar.

Uygulamada çok defa iki gazın iyi özelliklerinden faydalanılarak gazaltı kaynağında koruyucu gaz olarak Ar / He karışımları kullanılır. Böylece kaynak yerinde oluşan ısı, isteğe bağlı He miktarının fazlaştırılması veya azaltılması ile sağlanır. Helyum miktarı arttıkça viskozite azalır. Nüfuziyet iyileşir; rahat bir degazaj sağlanır ve kaynak hızı yükselir. Tablo 2.34'de çeşitli uygulamalar için koruyucu gazlar verilmiştir.

Tablo 2.34. Çeşitli uygulamalar için koruyucu gazlar

Koruyucu gaz	Tipik karışım	EN 439'a göre gaz	Uygulama
Kaynak argonu		I1	Tüm çelikler ve demirdışı metaller
Argon W	% 2 H ₂ % 5 H ₂ % 7,5 H ₂	R2	Yüksek alaşımlı çelikler (tercihan mekanik kaynakta), nikel esaslı malzemeler
Argon He	% 30 He % 50 He % 70 He	I3	Alüminyum (tercihan % 50 He) Bakır (tercihan % 70 He) Nikel (tercihan % 30 He) Çelikler (orbital teknik)
Helyum		I2	Alüminyum (negatif kutup tekniği) Çelikler (orbital teknik)
Argon 4 8 (yüksek saflıkta argon)		I1	Gaza duyarlı malzemeler Örneğin titanyum, niyobyum, tantalum
Şekillendirici gaz (N ₂ H ₂)	(% 2 H ₂) (% 8 H ₂) (% 10 H ₂) (% 15 H ₂) (% 20 H ₂)	F2	Yüksek alaşımlı çeliklerde ve kısmen alaşımsız çeliklerde de kök koruma

Tablo 2.35'de ise TIG kaynağında koruyucu gazın etkileri verilmiştir. Tablo 2.35. TIG kaynağında koruyucu gazın etkileri

Koruyucu gaz	Tutuşma	Arkın kararlılığı	Dikiş genişliği	Nüfuziyet	Kaynak hızı
Ar	xxx	xxx	xxx	xx	xx
Ar/He karışımı	xxx	xxx	xx	xx	xxx
He	x	x	x	xxx	xxx
He/Ar karışımı 25/75	xx	xx	xxx	xx	xxx
He/Ar karışımı 50/50	x	x	xx	xxx	xxx
x: zayıf; xx: orta kuvvetli; xxx: kuvvetli					

Yapılan çalışmalar saf argon veya saf helyum yerine, her iki gazın faydalı özelliklerinin bir araya getiren karışımların kullanılmasının yerinde olacağını göstermiştir. Tablo 2.36'da saf helyum'un yanında pratikte en fazla kullanılan üç gaz karışımı görülmektedir. Bu karışımlar MIG ve TIG kaynağı için farklıdır.

Tablo 2.36. Pratikte en çok kullanılan gazlar ve uygulama alanı

Gazın cinsi	Malzeme cinsi		Akım cinsi
	TIG kaynağında	MIG kaynağında	
% 70 Ar / % 30 He	a) Al ve Al alaşımları > 5 mm b) Ni ve Ni alaşımları		Alternatif Doğru akım (-)
% 50 Ar / % 50 He	- - -	a) Al ve Al alaşımları 5-15 mm b) Cu ve Cu alaşımları 5-15 mm c) Ni ve Ni alaşımları	Doğru akım
% 30 Ar / % 70 He		a) Al ve Al alaşımları > 15 mm b) Cu ve Cu alaşımları > 15 mm	Doğru akım
% 10 He	a) Cu ve Cu alaşımları > 3 mm b) Al ve Al alaşımları (Otomatik) c) Zr, Ti, Al ve alaşımları	- - -	Doğru akım (-)

2.5.2. TIG kaynağında Kökün Korunması için Gazlar

İçköşe dikişlerinde ve alın dikişlerinin dolgu (ara) ve kapak pasolarında TIG kaynak torcunun sağladığı koruyucu gaz akışı, oksidasyondan korumada yeterli bir atmosfer oluşturur. Ancak örneğin boru hatlarının ve basınçlı kapların kaynağı gibi uygulamalarda, paslanmaz çeliklerde, kökün korozyon dayanımının sağlanması gereken durumlarda, kökün bir banyo emniyeti olmadan (altlıksız) kaynağı halinde bu koruma yeterli gelmez.

Bu gibi durumlarda kaynak ağzının kök tarafından da bir gaz koruması gerekir. Genellikle ara ve kapak pasolarının çekilmesi sırasında, kök paso yüksek sıcaklığa çıktığından ve oksitlendiğinden, alt yüzeyden korumanın sürdürülmesi gerekir. Kök tarafından koruma, ya gaz korumasıyla (argon, N₂ veya bu iki gazın H₂ ile karışımı) veya her iki taraftan ik torç ile aynı anda kaynak yaparak sağlanır. En çok kullanılan kök koruma gazı, TS EN 439'a göre F2 grubunu oluşturan ve şekillendirici gaz olarak

adlandırılan N₂-H₂ karışımıdır (% 90-92 N₂, kalanı H₂).

2.5.3. MIG Kaynağında Kullanılan Koruyucu Gazlar

Mig kaynağı ile oluşturulan bağlantıların özellikleri, oksit veya nitrür oluşumundan olumsuz yönde etkilendiğinden, kaynak banyosunun hava ile temas etmesi istenmez.

Alüminyum veya krom gibi metaller kaynak edileceği zaman ortaya çıkan bir başka zorluk da, yüksek erime sıcaklığına sahip oksitlerin oluşmasıdır (Alüminyum oksit 2050°C; krom oksit 2275°C). Demir dışı metallerin ve yüksek alaşımlı çeliklerin MIG kaynağı için çoğu kez argon bazen de helyum kullanılır. Alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerin MAG kaynağı için ise karbondioksit, oksijen veya karbondioksitle karıştırılmış argon veya oksijenle karıştırılmış karbondioksit kullanılır.

Koruyucu gaz mümkün olduğu kadar kuru olmalıdır. TS EN 439, kaynak metaline hidrojen girmemesi için gaz saflığı için kuralları ve gazların kuruluşunu, çiglenme sıcaklığı ile verir (Tablo 2.37).

Tablo 2. 37. TS EN 439'a göre koruyucu gazların özellikleri

Gaz	Saflık %	Çiğlen me sıcaklığı	Havaya (=1) göre izafi yoğunluğu	Kaynakta reaksiyon davranışı	1,013 bar'da Erime sıcaklığı °C
Argon	99,99	-50	1,37	inert	-185,9
Helyum	99,99	-50	0,14	inert	- 268,9
Hidroje	99,5	-50	0,06	redükleyici	- 252,9
CO ₂	99,7	-35	1,44	oksitleyici	-78,5

Koruyucu gazların önemli fiziksel özellikleri, iyonizasyon ve dissosiasyon oluşturabilmeleri, ısı iletkenlikleri, yoğunlukları ve kaynak banyosunun viskozitesini etkileyebilmeleridir. Bu özellikler, dikişin görünümünü önemli oranda değiştirir.

Bir gazın iyonizasyon oluşturabilmesi, yüksek sıcaklıkta elektrik iletkenliğini belirler. Gazın iyonizasyon enerjisinin düşük olması halinde, ark ortamında kararlı bir akım geçişini garanti eden pekçok yük taşıyıcısı oluşur. Diğer yandan, yüksek iyonizasyon enerjili bir gaz, düşük iyonizasyon enerjili bir gaz ile aynı akım geçişini sağlamak amacıyla, daha yüksek bir ark gerilimine ihtiyaç gösterir. Bu durumda artan enerji nedeniyle erimiş banyo büyür ve nüfuziyet daha derin olur.

Kaynak işlemi için dissosiasyon enerjisinin anlamı, örneğin çoğu kez koruyucu gaz içinde yer alan hidrojen gazı ile açıklanabilir. Hidrojen gazı, ark içinde atomlarına ayrışır. Bu atomlar, kaynak banyosu üzerinde dikiş genişliği üzerine eşit olarak yayılmış olan moleküler gaz oluşturmak üzere yeniden birleştiklerinde, yeniden birleşme ısılarını serbest bırakırlar. Bu durum, nüfuziyetin artmasına

yolaçar. Ancak aynı zamanda dikş kenarlarında yanma da meydana gelir. Koruyucu gazın ısı iletkenliğinin yüksekliği, etkiyen ısıyı da arttırır ve daha derin bir nüfuziyet oluşur. Aynı zamanda, düşük ısı iletkenlikli bir koruyucu gaz, arkın dış çevresinde daha yüksek sıcaklıklar oluşturduğundan, dikş kenarındaki yanma da büyür. Yüksek ısı iletkenlik halinde akım ileten ark enkesitinin redükleyici etkisine de dikkat edilmelidir. Enkesitin küçülmesi, elektrik direncinin ve dolayısıyla ısınmanın artmasına yol açar. Böylelikle yüksek ısı iletkenliğe sahip bir gazın düşük akım

şiddetinde kullanılması halinde, belirli bir ısı miktarı oluşacağı hesaba katılmalıdır Bu şekilde, redükleyici akım gerektiğinde dikş daralır.

Koruyucu gazın yoğunluğu, koruyucu gazın örtme kabiliyetine doğrudan etki yapar. Havadan ağır bir gaz (argon) daha hafif bir gaza (helyum) oranla daha iyi bir koruma oluşturur ve hava akımına karşı hassasiyeti belirli miktarda azaltır. Kullanılan koruyucu gaz, erimiş kaynak banyosunun viskozitesini de etkiler. Pozisyon kaynağında veya kök dikşlerinde eriyiğin yüzey geriliminin, yerçekimi kuvvetini yenmeye yetecek kadar büyük olması gerekir; yani, yüksek bir erimiş banyo viskozitesi istenir. Tersine olarak, hafifçe dışbükey bir dikşi oluşturan ince damlalı bir malzeme geçişi istendiğinde, viskozite düşük olmalıdır. Ayrıca ince saçların ilave tel olmadan kaynağı için önem taşıyan kıvrık alın kaynağında, erimiş kenarların birlikte dikş oluşturmaları için düşük bir viskozite gerekir. Ve nihayet, gaz küreciklerinin banyo katılaşmadan önce banyo yüzeyine hızla ulaşmalarını sağlamak için düşük akışkan sürtünmesini uzatarak banyodan iyi bir degazaj sağlanır.

MIG kaynağı TIG kaynağına göre önemli derecede yüksek bir eritme gücü sağlar. Ancak diğer taraftan, sadece uygun bir koruyucu gaz seçimi ile azaltılabilecek şekilde, gözenek oluşumuna karşı da çok hassastır. Al 99,5'in kaynağında argon içine % 25 He katılmasıyla gözenek yüzeyleri % 80 azaltılır. Daha yüksek He içeriği ise, gözenekliliği tekrar arttırır. Aynı zamanda yanmayı ve kaynak hızını da arttırır. Nikel ve bakır alaşımlarının kaynağında da % 25 ila % 75 oranında He içeren Ar / He karışımları kullanılır. Ön tavlama yapılamayan bakır malzeme kaynağında saf helyum kullanılmalıdır. Helyum kullanılmadan önce, gaz maliyetinin argon'a kıyasla birkaç kat fazla olduğunun gözönüne alınması tavsiye edilir.

2.5.4. MAG Kaynağında Kullanılan Koruyucu Gazlar

2.5.4.1. Geleneksel Yöntemlerde

MAG kaynağında koruyucu gaz olarak ya karbondioksit (CO_2 , MAGC-Yöntemi) ya da TS EN 439'a göre bir karışım gaz (MAGM-Yöntemi) kullanılır. CO_2 'nin eldesi, kısmen karbondioksit bakımından zengin gaz yataklarından (saflık derecesi en yüksek karbondioksit bu şekilde elde edilir) ve karbondioksit'in basınç altında serbest halde bulunduğu maden suyu kaynaklarından yapılmaktadır. Fermantasyon karbondioksiti, fermantasyon işlemi (Bira, melas'tan alkol, nişasta'dan

aseton veya butanol eldesi) sırasında elde edilir. Ancak safiyetsizliklerden ve kokulardan arındırılması gerekir. Ve nihayet, başta kok olmak üzere yanıcı maddelerin yanması sırasında ve sentez gazlarının üretimi sırasında elde edilir.

Elde edilen gaz çoğunlukla azot, hidrojen ve kükürt içerir. Bu nedenle karbondioksitin bunlardan ayrılması ve saflaştırılması gerekir. Safılık en az % 99,7 olmalıdır ve azot ve hidrojen kısmı % 0,15'i aşmamalıdır.

Gazda bulunan nemlilik, en iyi şekilde çiğlenme noktasının ölçülmesiyle belirlenir (Çiğlenme noktası: içinde su buharı bulunan bir gazın yoğunlaştığı sıcaklık). Kaynaklı bağlantının dayanımı, akma sınırı ve sertliği, koruyucu gazda bulunan nemden etkilenmez. Ancak büzülme ve uzama değerleri azalır. Kaynakta kullanılan karbondioksitin çiğlenme noktası, TS EN 439'a göre -35°C veya daha düşük olmalıdır.

Nüfuziyet ve sıçramalar (parça üzerinde ve torcun gaz memesi çıkış ağzında binken sıvı haldeki malzeme damlacıkları) oluşumu, kaynak makinesine ve koruyucu gazın bileşimine bağlıdır. Saf CO₂ altında, diğer koruyucu gazlara kıyasla daha yoğun olması sonucu, dikiş üzerine yoğunlaşmış ark ve bu nedenle de daha derin bir nüfuziyet elde edilir. Sonuçta dikişin görünümü daha kötüdür. Nüfuziyet davranışını biraz azaltacak ve ancak sıçrama kayıplarını düşürecek ve dikişin görünümünü iyileştirecek şekilde, M1, M2 ve M3 koruyucu gazları kullanılmaktadır. Özellikle sıçramanın azaltıldığı dikişler, argonca zengin koruyucu gazlarla (> % 90 Ar) oluşturulmaktadır. Artan CO₂ oranıyla, sıçrama kayıpları artar. Saf CO₂ altında çok yüksek akım ve gerilimde (uzun ark bölgesi) tekrar azalır.

Argon-Oksijen karışımları (M23, M33) daha küçük bir ark gerilimi gerektirir ve Argon-CO₂ karışımlarına göre daha düşük kısa devre frekansı ile kısa ark bölgesinde bulunur. Argon-CO₂ karışımlarında ark gerilimi, artan CO₂ içeriğiyle artar ve geçiş bölgesi ile spreyl ark bölgesi arasındaki sınır, daha yüksek akımlara ötelenir. Kısa ark bölgesindeki kısa devre frekansı da artar. Argon-Oksijen karışımlarına göre sıçrama artar; hata oluşumuna hassasiyet biraz büyür ve ELC-çeliklerinde (ELC:Extra Low Carbon: Son derece düşük karbon) istenmeyen bir karbon artışı meydana gelir.

Karışım gazlara kıyasla saf CO₂ altında kısa ark bölgesinde en yüksek kısa devre frekansı oluşur; kısa devre süresi ve dolayısıyla kısa ark bölgesinin kullanılabilir alanı küçülür.

2.5.4.2. T.I.M.E. Proses

Argon-CO₂-O₂ karışımları (M22, M32), Argon-CO₂ karışımlarına benzer şekilde davranır. ABD'de bunların dışında Helyum'lu karışım gazlar (Ar-He-CO₂-O₂) da kullanılmaktadır. 1992 yılından itibaren geliştirilen ve T.I.M.E. (Transferred Ionized Molten Energy) adı verilen bu gaz karışımı Avrupa kıtasında yüksek maliyeti nedeniyle pek yaygın şekilde kullanılmamaktadır. Yöntemin bir diğer adı

da "Yüksek Güçlü MAGM kaynağı" dır.

Yüksek güçlü MAGM kaynağında tel ilerleme hızı 15 m/dak'dan, akım değeri de 350 Amper'den ve tel çapı da 1,2 mm'den başlamaktadır. Dolayısıyla kullanılan akım üreticinin de yüksek güçlü olması gerekmektedir.

4 bileşenli karışım gaz 1987 yılında **J.G.Church** tarafından geliştirilmiş ve Kuzey Amerika pazarına sunulmuştur. Başlıca özellikleri, kaynak metalinin oksidasyonunun düşüklüğü, birleşme hatasına karşı yüksek emniyet ve iyi bir dikiş görünümüdür. T.I.M.E. gazı aşağıdaki bileşime sahiptir:

Helyum	% 26,5
:	% 0,8
Karbondioksit	% 0,5
:	ve
Oksijen	kalanı
:	
Argon	
:	

Yüksek güçlü MAGM kaynağında tel ilerleme hızının da çok yüksek olması, telin yüzeyinin optimum düzgünlükte olmasını ve problemsiz bir tel besleme işlemini gerektirmektedir.

Bu yöntemde nüfuziyet, geleneksel MAGM yöntemine göre daha derin ve daha geniş olmakta ve daha emniyetli bir kaynaklı bağlantı elde edilmektedir. Koruyucu gazın daha düşük oksijen içermesi nedeniyle kaynak metalinin yüzey gerilimi daha büyük olmakta ve dolayısıyla zor pozisyonlarda daha kolay kaynak yapılabilir. T.I.M.E. prosesiyle yatay içköşe kaynağında 7 mm'lik kalınlık ve tavan içköşe pozisyonunda 5 mm'lik kalınlık tek pasoda oluşturulabilmektedir.

Tel besleme hızının ortalama 12 m/dak'dan 23 m/dak'ya çıkması, işçilik maliyetlerinin aşağıya çekilmesini sağlamıştır. Dolayısıyla gaz maliyeti bir miktar daha pahalı olmasına rağmen toplam maliyet geleneksel MAGM yöntemine göre daha düşük olmaktadır.

2.5.4.3. Diğer Yöntemlerde

Ar-He-CO₂-H₂ karışımında H₂'nin % 3 oranında bulunması, damla frekansını arttırmakta ve kısa ark bölgesinde düzgün bir damla geçişini mümkün hale getirmektedir. Koruyucu gaz tüketimi, 10 ila 18 l/dak arasında değişir ve en yaygın değer yaklaşık 16 l/dak'dır. Tablo 2.38'de MIG/MAG kaynağında çeşitli metaller ve alaşımları için kullanılan en yaygın koruyucu gazlar verilmiştir.

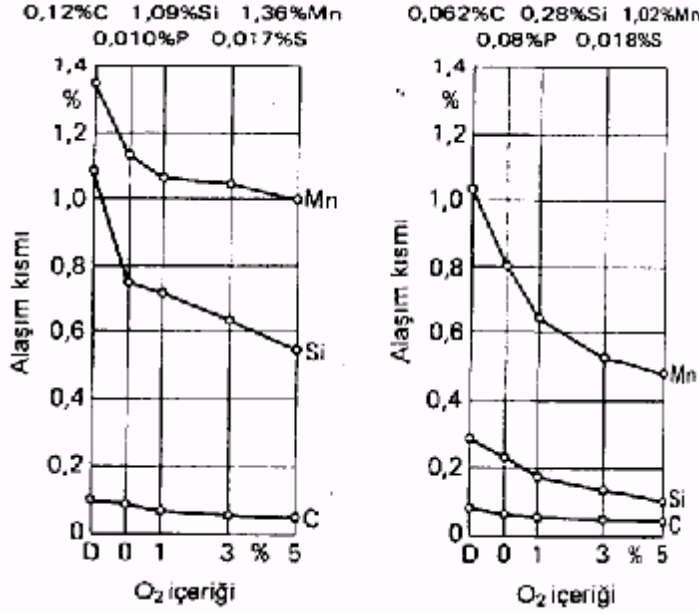
Tablo 2.38. MIG/MAG kaynağında kullanılan koruyucu gazlar

Kaynak yöntemi	Gazın karakteri	TS EN 439'a göre gazın işareti	Gazın bileşimi	Kullanma yeri
MIG	Asal	I1	Ar % 100	Çelik dışında tüm metal ve alaşımları
	Asal	I2	He % 100	Cu ve Al alaşımları
	Asal	I3	He % 25-75, kalanı Ar	Cu ve Al alaşımları
Karışım gazlar	Hafif oksitleyici	M1.1	O ₂ % 1...3, Ar kalan	Paslanmaz çelikler
		M1.2	CO ₂ % 2...5, Ar kalan	Paslanmaz çelikler
		M1.3	CO ₂ % 6...14, Ar kalan	Alaşımsız ve düşük alaşımlı çelikler
	Oksitleyici	M2.1	CO ₂ % 15...25, Ar kalan	Alaşımsız ve düşük alaşımlı çelikler (ozü tel)
		M2.2	CO ₂ % 5...15, O ₂ % 1...3 kalan Ar	Alaşımsız ve düşük alaşımlı çelikler
		M3.1	CO ₂ % 26...40, Ar kalan	Alaşımsız ve düşük alaşımlı çelikler
	Kuvvetli oksitleyici	M3.2	CO ₂ % 5...20, O ₂ % 4...6 Ar kalan	Alaşımsız ve düşük alaşımlı çelikler
		M3.3	O ₂ % 9...12, Ar kalan	Alaşımsız çelikler
MAG	Kuvvetli oksitleyici	C	CO ₂ % 100	Alaşımsız ve düşük alaşımlı çelikler

2.6. Tel - Koruyucu Gaz Bileşimi

2.6.1 Kaynak Metalinin Kimyasal Bileşimi

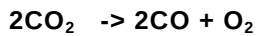
Kaynak metalinin kimyasal bileşimi, hiçbir zaman kullanılan kaynak teli veya çubuğu ile aynı olmaz. Gazaltı ark kaynağında, örneğin gaz içindeki aktif bileşenlerin yol açtığı oksidasyon nedeniyle alaşım elemanlarının yanması söz konusudur. İnert gazların kullanımı sırasında bile hafif miktarda yanma reaksiyonları gerçekleşir. Bunun nedeni, koruyucu gaz örtüsünün, havanın oksijeninin tamamının ark atmosferine girişini tam olarak engelleyememesidir. Şekil 2.4, koruyucu gazın oksijen içeriğine bağlı olarak karbon, silisyum ve mangan'ın yanmasını göstermektedir.



Şekil 2.4. Gazaltı ark kaynağında alaşım elemanlarının yanması

Alaşım elemanlarının kaybı, artan O₂ içeriğiyle artar. Şekil 2.4, ayrıca yüksek silisyum içeren tellerde, mangan'ın yanmasının, düşük silisyum içeren tellere göre daha düşük kaldığını göstermektedir. Kaynak parametreleri de koruyucu gazın yanma davranışı üzerine etki eder; örneğin düşük akım şiddeti ve yüksek ark gerilimi halinde yanma daha fazla olmaktadır.

Oksitleyici bileşenler sadece koruyucu gazdaki oksijenden değil, karbondioksitin yüksek sıcaklıklarda aşağıdaki reaksiyona göre dissosiasyonu sonucu da oluşur:



Arktaki oksijen, daha önce de açıklandığı gibi, oksitleyici etkiyi artırır. Ancak CO₂'nin parçalanmasıyla oluşan karbonmonoksit (CO) de kaynak metalinde aşağıdaki formül uyarınca etki eder.



Bu şekilde yüksek miktarda karbon yanması oluşurken, teldeki düşük C içeriği bile kaynak metalinin karbürizasyonuna yol açar. Bu durum, korozyon dayanımını çok düşük karbon içeriğine borçlu olan paslanmaz çeliklerin MAGM kaynağında daha da önemlidir. Tablo 2.39'da gösterildiği gibi, O₂ içeren

karışım gazların kullanımı halinde karbon yanması meydana gelirken, düşük CO₂ içeriği bile karbon artışına yol açmaktadır. Bu nedenle korozyona dayanıklı çeliklerin kaynağında düşük CO₂ içerikli koruyucu gazlar (örneğin % 2,5) kullanılmalıdır.

Tablo 2.39. Koruyucu gazın bileşimi ve saf kaynak metalinin karbon içeriği arasındaki ilişki

Ölçüm yeri	Koruyucu gaz	O ₂	CO ₂	Karbon içeriği	Yanma (azalma) veya alaşımlanma (artma)
	Ar	%	%	%	%
Tel elektrod	-	-	-	0,021	-
Kaynak metal	100	-	-	0,019	-0,002
Kaynak metal	99	1	-	0,019	-0,002
Kaynak metal	97	3	-	0,018	-0,003
Kaynak metal	95	5	-	0,017	-0,004
Kaynak metal	90	5	5	0,029	+0,008
Kaynak metal	80	5	15	0,049	+0,028
Kaynak metal	82	-	18	0,054	+0,033
Kaynak metal	-	-	100	0,096	+0,075

1) X5CrNiNb 19 9 çeliğinden 1,2 mm çapında tel elektrod; kaynak parametreleri; kaynak akımı 220A, Kaynak gerilimi 27 V, kaynak hızı 30 cm/dak.

Düşük ve yüksek alaşımlı çeliklerde oksidasyon nedeniyle, Ni ve Mo kaynak sırasında yanmazken Cr ve Nb kaybı hesaba katılmalıdır. Bu nedenle kullanılan kaynak teli, esas metale göre daha yüksek alaşımlı olmalıdır.

Kaynak metalinin kimyasal bileşimi, çekilen pasolarla esas metalin karışım derecesine de bağlıdır. Bu karışım bazı yöntemlerde çok daha belirgindir. Bu değer, düşük akım şiddetli kısa arkla kaynakta % 20 iken ilave tel kullanılmadan yapılan plazma kaynağında % 100'e çıkar.

2.6.2. Mekanik-Teknolojik Özellikler

Kaynak metalinin kimyasal bileşimi, ısı girdisi, kaynaktan sonraki soğuma hızı ve kaynak metalinin mekanik-teknolojik özellikleri gibi başka faktörlerle birlikte belirlenir.

Yeni standartlar, kaynak metalinin gösterimi için kaynak metalinin mekanik-teknolojik özellikleri üzerine bilgileri de tespit etmektedir.

Örneğin EN 440'a göre gösterim sistemi aşağıdaki gibidir:

Kayn yönt	Tablo 2.40'a göre akma dayanımı sınırı, ve işareti	Tablo göre özelliği işareti	TS EN göre koruyucu	EN 440'a tel
G	46	3	M	G2

Gösterimde TS EN 439'a göre tel elektrod için G2, kullanılan koruyucu gaz için M harfi

kullanılmıştır.

Gösterimde çekme dayanımı ve çentik darbe işi için kullanılan tanıtlar rakamları, TS EN 439'a göre ancak birtel-gaz kombinasyonu için kullanılmaktadır.

Kaynak metalinin akma sınırı, çekme dayanımı ve % uzaması için beş grup oluşturulmuştur (35'den 50'ye kadar olan işaret rakamları) (Tablo 2.40).

Tablo 2.40. Akma sınırı, çekme dayanımı ve uzama için işaretler

İşaret rakamı	En düşük akma dayanımı N/mm ²	Çekme dayanımı N/mm ²	En düşük uzama 1)
35	355	440 ... 570	22
38	380	470... 600	20
42	420	500 ... 640	20
46	460	530 ... 680	20
50	500	560 ... 720	18

Kaynak metalinin çentik darbe işi 47 J'lük en düşük çentik darbe işinin garanti edilebildiği sıcaklık ile belirtilmektedir (Tablo 2.41).

Tablo 2.41. Tokluk özellikleri için işaretler

İşaret harfi / rakamı	En düşük çentik darbe işi 47 J °C
X	talep yok
A	+20
0	0
2	-20
3	-30
4	-40
5	-50
6	-60

Seçilen örnekte kaynak metalinin mekanik-teknolojik özellikleri için şunlar belirtilmektedir:

En düşük akma sınırı	460 N/mm ²
Çekme dayanımı	530 ... 680 N/mm ²
En düşük % uzama	20
47 J'ün garanti edilebildiği en düşük sıcaklık	-30°C

Mekanik-teknolojik özellikler, saf kaynak metalinde ölçülmektedir.

Kaynak metalinin mekanik kalite değerlerini gösteren rakamlar, esas metalin özelliklerine göre uygun bir tel / koruyucu gaz bileşimi bulabilmesini sağlamak için tüketiciye verilir.

3. BÖLÜM

GAZALTI TUNGSTEN ARK (TIG) KAYNAĞI

3.1. Giriş

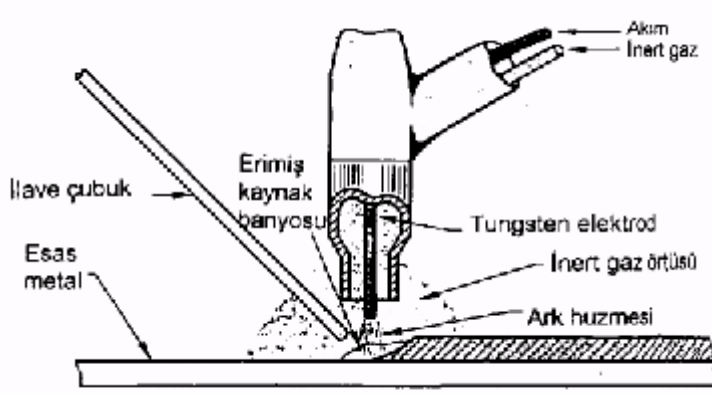
TIG kaynağı, esas olarak bir ark kaynağı şeklindedir. Özellikle alüminyum, magnezyum, titanyum gibi hafif metallerin kaynağına uygundur. 1940 - 1960 döneminde geliştirilen bu yöntem, günümüzde önemli bir kaynak yöntemi olarak geçerli hale gelmiştir.

TIG kaynak yöntemi için elektrik akımı, su ve gaz'ın her an sağlanması ve kontrol edilmesi gerektiğinden, bu yöntemde kullanılan ekipman, ark kaynağında kullanılanlara göre daha karmaşık ve pahalıdır.

Yöntem yaygın olarak TIG adıyla anılır. TIG kaynağı, elektrik ark kaynak yönteminin daha ileri bir aşamasıdır. Bu prosesin tam adında **Tungsten** kelimesi, arka elektrik akımını iletmeyi sağlayan, erimeyen elektrodu, **Inert** kelimesi, diğer elementlerle kimyasal olarak birleşmeyen bir gazı ve **Gaz** kelimesi de, erimiş banyo ve arkı örten, kaynak bölgesini çevreleyen havayı uzak tutan malzemeyi simgeler. Bu kaynak yöntemi, **Heliarc** veya **Argonarc** olarak da anılmaktadır. TIG yöntemiyle, genellikle diğer kaynak yöntemleriyle oluşturulan kaynaklara göre daha üstün özellikte dikişler elde edilir.

TIG kaynağında ark, tungsten elektrod ile parça arasında serbestçe yanar. Koruyucu gaz, argon, helyum veya bunların karışımından oluşur. Şekil 3.1, TIG kaynağının prensip şemasını göstermektedir. Enerji üreticinin bir kutbu tungsten elektrodla diğeri parçaya bağlıdır. Ark, sadece bir elektrik iletkeni ve ark taşıyıcısı olan tungsten elektrod (sürekli elektrod) ile parça arasında yanar. İlave malzeme, kural olarak akım yüklenmemiştir; kaynak bölgesine yandan veya önden, ya elle sevk edilen çubuk veya ayrı bir sevk aparatından sevk edilen tel formundadır.

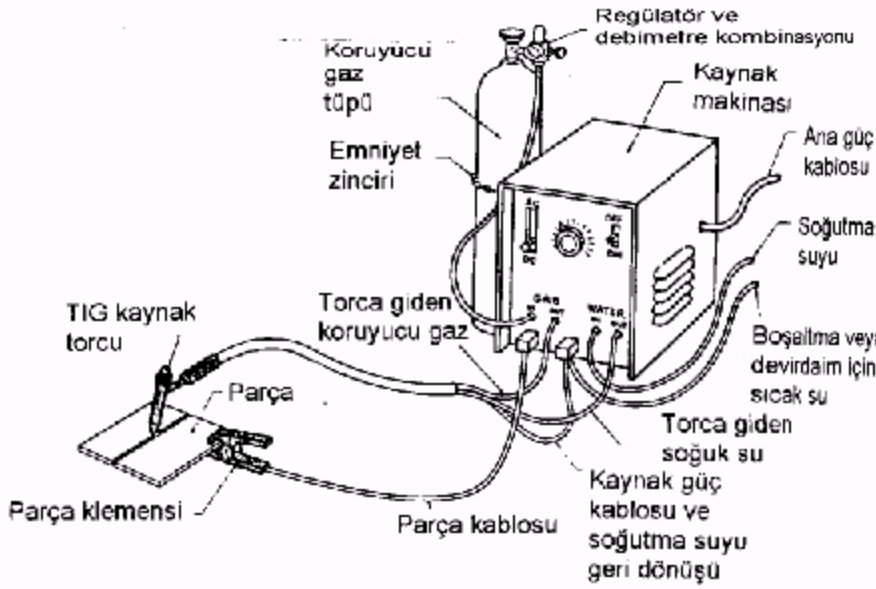
Tungsten elektrod ile erimiş banyo ve ilave metalin erimiş haldeki ucu, atmosferden, elektrodun bulunduğu bir koruyucu gaz memesinden elektrodla eşeksenli olarak beslenen bir inert koruyucu gaz ile korunur.



Şekil 3.1. TIG kaynağının prensip şeması

TIG kaynağında en yaygın koruyucu gaz olarak Argon kullanılır. Elektrodun tatminkar şekilde korunabilmesi için koruyucu gazın saflık derecesi en az % 99,95 olmalıdır. Kural olarak 200 bar basınç altındaki 10 Nm³ 'lük çelik tüplerde satılır. Hafif metallerde geniş ve derin nüfuziyet nedeniyle son yıllarda Argon/Helyum karışımlarının kullanılmasına doğru bir eğilim mevcuttur.

Şekil 3.2'de su soğutmalı bir TIG kaynak ekipmanının temel elemanları gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Su soğutmalı bir TIG kaynak ekipmanının temel elemanları

Aşağıda TIG kaynağı ile elektrik ark ve oksi-asetilen kaynağı arasındaki farklılıklar verilmiştir:

- Bir dekapan (örtülü elektrodların örtüsü, tozaltı kaynağındaki töz vs.) gerektirmez; bitmiş kaynaklardan korozif artıkların temizlenmesine gerek duyulmaz.

- Kimyasal bileşim bakımından kaynak metalinin bileşimi, kaynak edilen esas metal ile hemen hemen aynıdır. Diğer yöntemlerle oluşturulan kaynaklara göre genellikle daha yüksek dayanımlı, korozyona karşı daha dirençli ve daha sünektir. İnert gaz, diğer maddelerle birleşmez ve kaynak metalinin bu tip maddelerle kirlenmesine müsaade etmez.

- Kaynak tüm pozisyonlarda kolaylıkla yapılabilir.
- Kaynak işlemi kolaylıkla gözlenebilir. Görüşü engelleyen herhangi bir duman veya sis oluşmaz ve kaynak banyosu temizdir.

- Kaynağa bitişik esas metaldeki distorsiyon miktarı minimumdur. Isı, küçük bir alanda yoğunlaşır ve dolayısıyla Isının Tesiri Altındaki Bölge daha küçük boyuttadır.

Isının Tesiri Altındaki Bölge (ITAB): Esas metalin, erimiş kaynak metalinin ısısından etkilenerek içyapısı ve özellikleri değişmiş bölge)

- Metal temizleme problemlerine yol açan sıçrama olayı yoktur. Ark sırasında herhangi bir metal taşınmadığından bu probleminden kaçınılmaktadır.

3.2. Elle TIG Kaynağında Kullanılan Ekipman

TIG kaynağı için gerekli ekipman ve malzeme, içinden gaz geçen ve koruyucu gazı ark çevresine yönlendiren bir meme ile erimeyen bir tungsten elektrod içeren bir elektrod tutucusu veya torç; bir koruyucu gaz tüpü, bir basınç düşürme manometresi (basınç regülatörü) ve akış ölçer (debimetre); bir elektrik akımı üretici ve bazı makinelerde da bir soğutma suyu devresinden oluşur.

3.2.1. TIG Torcu

Bir TIG torcu, özel olarak tasarlanmış bir elektrod tutucusudur. Torç, çeşitli boyutlarda tungsten elektrodları kolaylıkla kullanabilecek tarzda imal edilmiş olup koruyucu gazın akışını yönlendirecek, değiştirilebilen bir gaz memesi ile donatılmıştır. Torçların bazıları hava soğutmalıdır ancak su soğutmalı torçlar daha yaygın şekilde kullanılmaktadır.

3.2.1.1. Tungsten Elektrodlar

TIG kaynağı veya plazma kaynağı için kullanılan sürekli elektrodlar, TS EN 26848 'de standartlaştırılmıştır. Bu elektrodlar, genellikle silindirik çubuklar olup, tungsten metalinin yüksek erime sıcaklığı (3390°C) nedeniyle döküm yöntemiyle değil sinterlenerek ve bağlayıcı ile birleştirilerek imal edilir. Standartlaştırılmış çaplar 0,5; 1,0; 1,6; (2,0); 2,4; (3,0), 3,2; 4,0; (5-0); (6,0); 6,4; 8,0 mm dir. Eğriliklerden mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Yuvarlak enkesitli elektrodların haricinde, dikdörtgen enkesitli elektrodlar da mevcuttur. Bu elektrodlar özel elektrod olarak standartlaştırılmıştır. Bu elektrodların standart boyları 50; 75; 150 ve 175 mm'dir.

DİKKAT:

Çeşitli tungsten elektrod türlerini inceleyiniz (saf tungsten elektrodlar, toryum oksitli tungsten elektrodlar, zirkonyum oksitli tungsten elektrodlar) ve kaynak işlemini/ için doğru çeşidi seçiniz.

ÇÜNKÜ:

Tungsten elektrod malzemesine toryum oksit ilavesi, tutuşma emniyetini artırır ve yüklenebilirliği iyileştirir (özellikle doğru akımla kaynakta sivri uçlu elektrodun ark sırasında yüksek ısıl dayanıma sahip olması gerektiğinden). Ancak alüminyumun yüksek akım şiddetiyle alternatif akımla kaynağında düzgün bir küresel elektrod ucu istenir. Tam mekanize kaynakta ve nükleer reaktör yapımında özellikle tabloda verilen türler kullanılmalıdır. Yanlış elektrod seçimi halinde tutuşma zorlukları ve uygun olmayan dayanma süreleri veya sakın olmayan ark oluşur. Nükleer reaktör yapımında kaynak dikişinde istenmeyen toryum oksit kalıntıları oluşur.

GÖSTERİM:

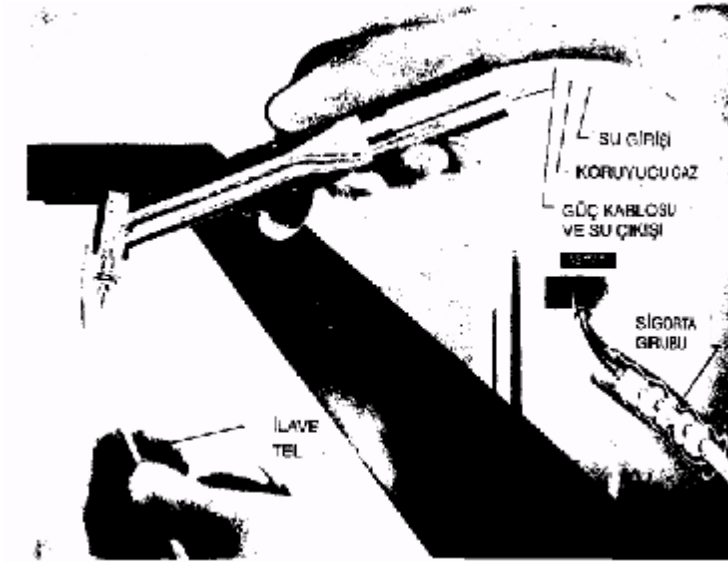
Uygulama	Kısa gösterim	İlave	Tanınma rengi
Doğru akımla kaynak (çelik, bakır) ve alternatif akımla kaynak (alüminyum)	WT 10	yaklaşık % 1 toryumoksit	sarı
Yüksek akımda ve 4 mm'nin üzerinde elektrod çaplarıyla alüminyumun doğru akımla kaynağı	W	ilavesiz	yeşil
Örneğin tam otomatik kaynakta yüksek tutuşma emniyeti	WT 30	yaklaşık % 3 toryumoksit	mor
Nükleer reaktör yapımında ısına maruz parçalar için	WZ 8	zirkonyumoksit ilaveli	beyaz

AWS'nin sınıflandırmasında tungsten elektrodların gösterilişi:

Renk kodu	AWS'nin sınıflandırması	Metal veya alaşım
Yeşil	EW	Saf tungsten
Sarı	EWTh 1	% 1 toryum
Kırmızı	EWTh 2	% 2 toryum
1		
Kahve rengi	EWZ	Zirkonyum
Yüzey işlemleri		
Dağlanmış		
Temizlenmiş		

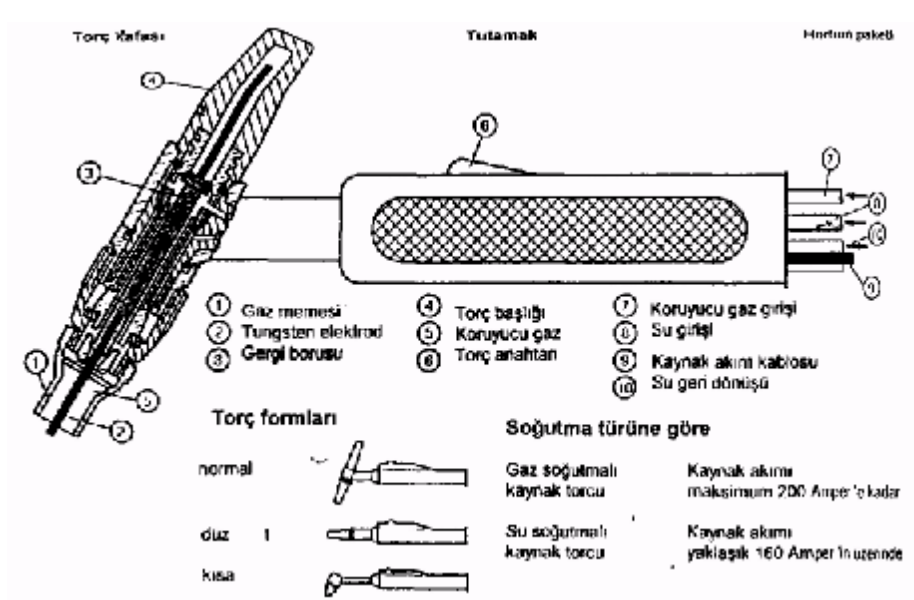
3.2.1.2. Su Soğutmalı TIG Kaynak Torcu

Şekil 3.3'te, çok amaçlı bir TIG torcunun bağlantıları gösterilmiştir. Böyle bir torç, bir tutamak, bir elektrod tutucusu, koruyucu gazı ark'a ileten bir ortam, elektrik akımını ark'a ileten bir iletken ve soğutma suyunu torç kafasına ileten bir hortumdan oluşur.

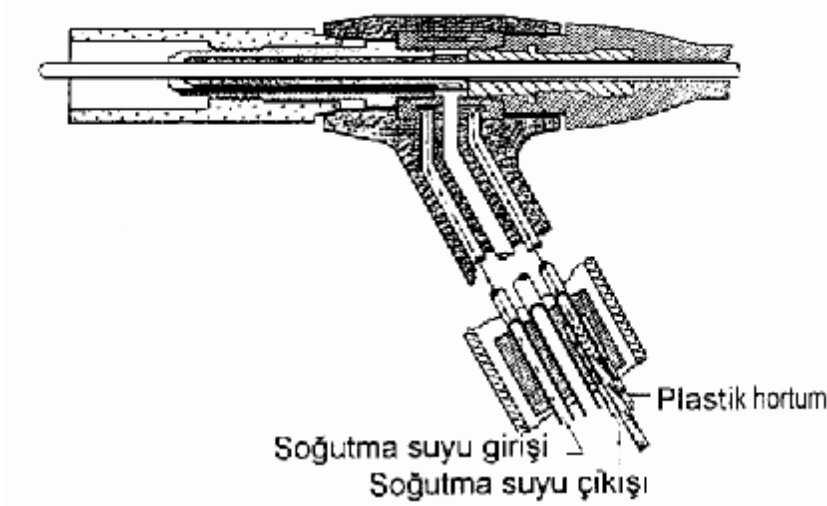


Şekil 3.3. Bir kaynak torcunun bağlantıları

Şekil 3.4'te ise su soğutmalı bir TIG torcunun kesiti ve elemanları gösterilmiştir.

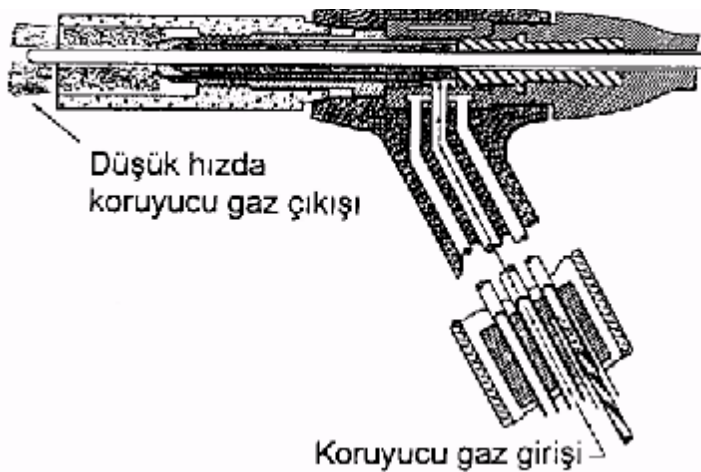


Su soğutmalı torçta su, torç kafasını, kontak borusunu ve elektrodu soğutur. Ayrıca diğer yöntemlere göre daha hafif olan kaynak akım kablosunu da soğutur (Şekil 3.5). Eğer kaynak akım kablosu, sürekli bir soğutma suyu akışı ile soğutulmazsa, akım taşıyorken ısınır ve hatta yanabilir



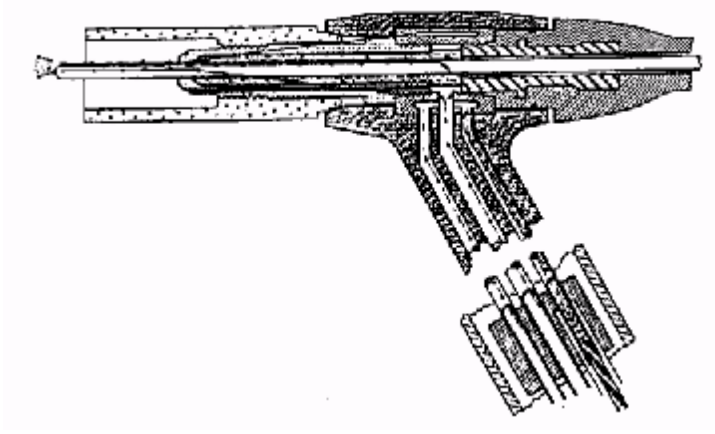
Şekil 3.5. Torç içinde soğutma suyunun akışı

Şekil 3.6, koruyucu gaz tüpünün çıkışına takılı olan basınç regülatöründen geçen koruyucu gazın bir hortumdan sonra torç kafasına ve kontak borusuna gelene kadar izlediği yolu göstermektedir. Gaz daha sonra, kendisini tungsten elektrodun çevresinden seramik memeye ve oradan da çalışma bölgesine ileten kontak borusu tutucusu çevresindeki bir seri delikten akar. Bu memenin çapı ve boyu, kullanılan elektrodun boyutlarına, akım tipine, kaynak edilen malzemeye ve kullanılan koruyucu gaz türüne bağlı olarak değişir.



Şekil 3.6. Torç içinde koruyucu gazın akışı

Elektrik akımı, su soğutmalı kaynak kablosu içinden torç kafasına, kontak borusu tutucusuna, kontak borusuna ve nihayet tungsten elektroda ulaşır (Şekil 3.7). Elektrod ucunda ark oluşturulur, parçaya geçer ve parça üzerindeki kutuplama aparatı üzerinden kaynak makinasına döner.

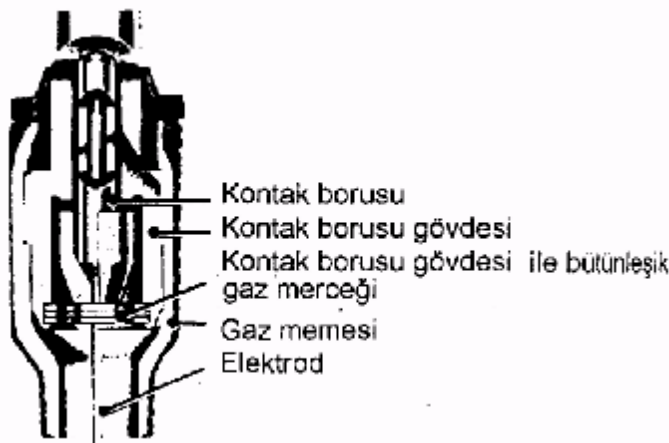


Şekil 3.7. Torç içinde elektrik akımının akışı.

Elektriğin torçtan parçaya akışı şeklindeki tanımlama, elektrodun negatif veya doğru kutuplanması halinde (Doğru Akım Elektrod Negatif = DAEN) geçerlidir. Eğer ters kutuplama kullanılırsa (Doğru Akım Elektrod Pozitif = DAEP) elektrod bunun tersi yönde akar.

3.2.1.3. Gaz Merceği

Şekil 3.8'de gösterilen gaz merceği, koruyucu gazın kararlılığını artırır. Gaz merceği ile donatılan bir torç, koruyucu gazı daha uzak mesafelere kadar saçılmadan iletebilir.



Şekil 3.8. Bir TIG torcu içinde gaz merceğinin konumu.

DİKKAT:

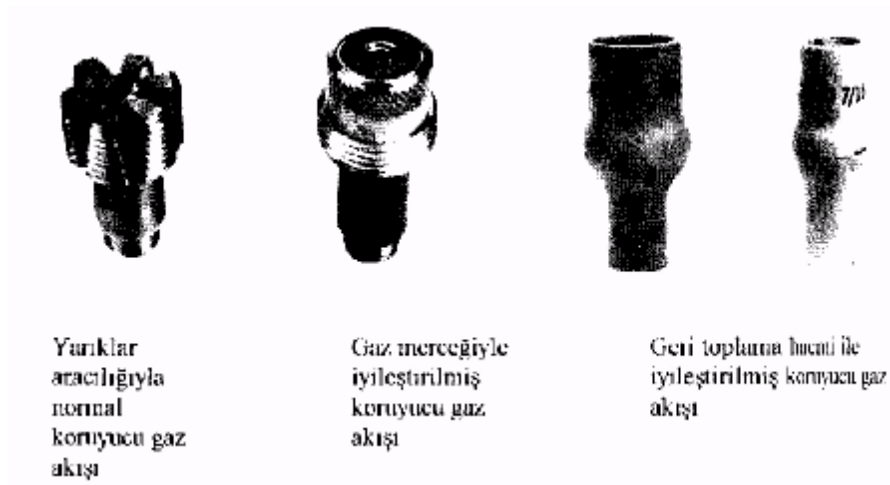
— Mümkünse- gaz memesinden argonun girdapsız çıkışını sağlayan ve gaz akışını büyük miktarda kararlı hale getiren bir "**gaz merceği**" veya benzeri düzenekleri kullanınız.

ÇÜNKÜ:

TIG torcunda bir **gaz merceği** ile argon'un gaz memesinden girdapsız akış sağlanır. Bu akış büyük bir mesafe boyunca kararlı kalır. Ayrıca tungsten elektrodun gaz memesi dışına daha uzun çıkarılması da mümkün hale gelir. F3ylelikle kaynakçının emniyetle çalışabilmesi iyileştirilir ve zor ulaşılabilen yerlerde daha yüksek emniyetle çalışılabilir.

DİKKAT EDİLMESSE:

Gözenek oluşur.

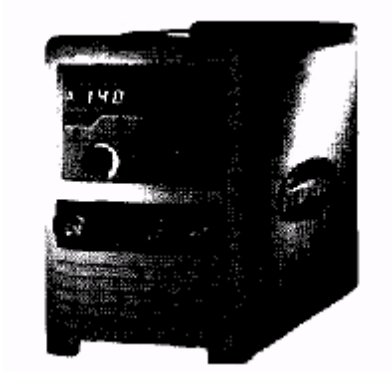
GÖSTERİM:**3.2.2. TIG Kaynağında Kullanılan Kaynak Makineleri**

TIG kaynağında düşen statik karakteristikli kaynak makineleri (akım reteleri) kullanılır. Bu nedenle prensip bakımından, elektrik ark kaynağında kullanılan makineler TIG kaynağında da kullanılabilir.

TIG kaynağında, elektrik ark kaynağına kıyasla devrede kalma sresindeki kesiklikler çok daha az sayıda olduğundan, uygun kuvvette akım retelerinin seçimi çok önemlidir.

TIG kaynağı hem alternatif hem de doğru akımla yapılabildiğinden, ya kaynak transformatörleri ya da redresörleri kullanılır. Hem doğru hem de alternatif akım veren **bileşik makineler** da mevcuttur. Günümüzde TIG kaynağında, çok düşük akımlarla alışılabildiğinden, akım retelerinin hassas şekilde ayarlanabilmesi (ince ayar) gerekir.

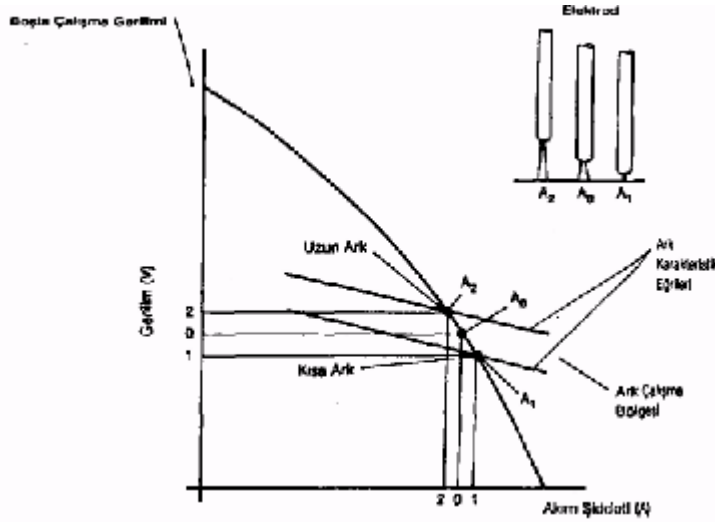
Şekil 3.9'da modern bir TIG kaynak makinası görülmektedir.



Şekil 3.9. Modern bir TIG kaynak makinası.

Düşey karakteristikli kaynak makinalarında akım şiddeti, makina üzerinde başka bir karakteristik eğrisi seçilerek ayarlanır. Bu şekilde aynı ark boyunda ark gerilimi de bir miktar yükselmiş olur; ancak kaynakçı bunu, elektrod ile parça arasındaki mesafeyi değiştirerek daha iyi etkileyebilir.

Şekil 3.10, düşen tip bir statik karakteristiğe sahip kaynak makinasında ayar bölgelerini ve çalışma noktalarını göstermektedir.



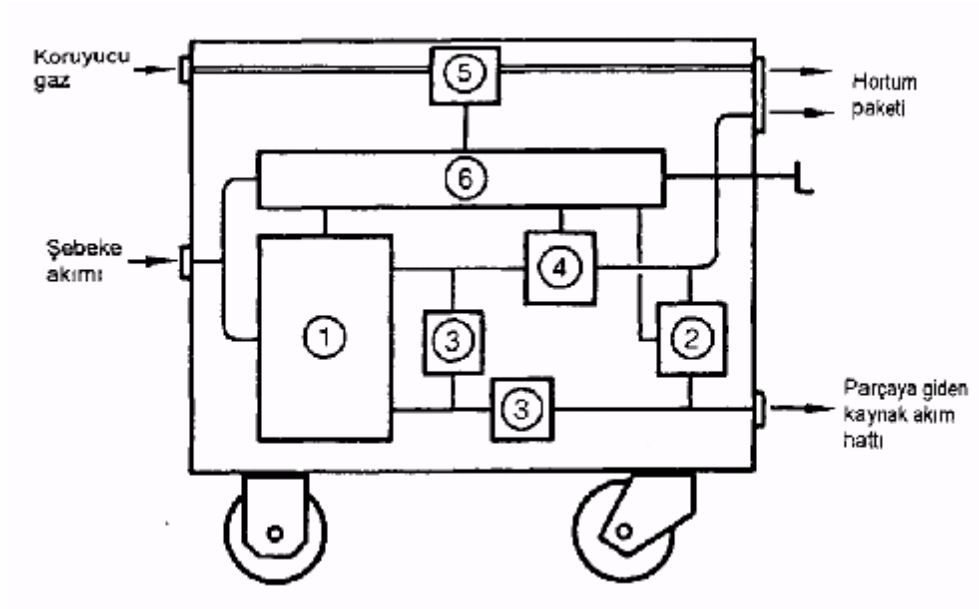
Şekil 3.10. Düşen tip karakteristiğe sahip bir kaynak makinasında ayar bölgeleri ve çalışma noktası

Çalışma noktası, ayarlanan makina karakteristik eğrisi ile arkın karakteristik eğrisinin kesişme noktasıdır. Bir kaynak makinasının ayar bölgesi makinasının ayarlanabilen en düşük ve en yüksek ayar

eğrileriyle arkın karakteristik eğrisinin kesişim noktasında elde edilir.

Modern transistorlu kaynak makinalarında her bir uygulama için kademesiz ayarlama ve kaynak datalarının önprogramlanması da mümkündür. Ayrıca akım impulsu olarak da ayarlanabilmektedir.

Şekil 3.11'de bir TIG kaynak transformatörünün temel elemanları ve bu elemanların fonksiyonları gösterilmektedir.



- I. Transformatör (tek ve üç fazlı): Şebekenin akımını kaynak akımına çevirir; yani şebekenin gerilimini Boşta çalışma / Kaynak gerilimine düşürür ve şebekenin akım şiddetini kaynak akım şiddetine yükseltir.
- II. Yüksek gerilim impuls üretici: Kaynak sırasında arkın temassız tutuşturulması için gereklidir ve yüksek frekanslı impulsları üretir.
- III. Koruyucu regülatör ve kondansatör Transformatörün, sarımlarına zarar verebilecek yüksek gerilim impulslarından korunmasını sağlar.
- IV. Filtre kondansatörü: Kaynak sırasında oluşabilecek farklı akım yarı dalgalarını eşitler (doğrultma etkisi)
- V. Koruyucu gaz magnet ventili: Koruyucu gaz akışını elektromanyetik olarak açar ve kapatır.
- VI. Kontrol birimi: Kaynak akımını açar ve kapatır; kaynak akım şiddetini ayarlar; koruyucu gazın ayarlanabilen ön ve art akış süreleri sağlayan magnet ventili kontrol eder; filtre kondansatörü ayarlar; diğer kontrol fonksiyonlarını sağlar.

Şekil 3.11. Bir TIG kaynak transformatörü-temel elemanlar ve fonksiyonları
(alternatif akımla kaynak)

3.2.2.1. Kontrol Üniteleri

Çoğu durumda kaynak akımının çalışılan noktada veya kaynak yaparken değiştirilmesi gerekmektedir. Bu gibi durumlarda gerek elle gerekse ayakla çalışan uzaktan kumandalı cihazlar avantaj sağlamaktadır.

Kaynak sırasında her bir fonksiyonun değiştirilebilmesini mümkün kılan kontrol cihazları mevcuttur. Bu cihazlar ya makinadan ayrı veya makinanın içinde entegre bir ünite şeklindedir. Basit bir cihazın aşağıdaki fonksiyonları yerine getirmesi gerekir:

- a. akım rölesini çalıştırmalıdır
- b. elektrod tutuşturucuyu çalıştırmalıdır
- c. koruyucu gaz ventilini açıp kapatabilmelidir
- d. krater doldurma tertibatını çalıştırmalıdır

Bu fonksiyonlar, ya iki (iki zamanlı) ya da dört kademede (dört zamanlı) görev yapacak formdadır. Kaynak makinası, toplam kaynak işlemi süresince açık kaldığından, elektrod, bir koruyucunun devreye sokulmasıyla ve çıkarılmasıyla akım yüklenir ya da yüklenmez. Tutuşturma için gereken yüksek frekanslı gerilim veya yüksek gerilim impulsları da kaynak akımıyla birlikte devreye sokulur.

Kayıplardan kaçınmak için koruyucu gaz da sadece esas kaynak işlemi sırasında akmalıdır. Diğer taraftan tutuşturma sırasında da tungsten elektrodun tatisminkâr şekilde korunması gerekir. Bu durum, kaynağın başlangıcından kısa bir süre önce, koruyucu gaz akışını kontrol eden magnet ventilin gaz akışını serbest bırakması ile sağlanır.

Diğer taraftan, katılaşmakta olan metal banyosu ve henüz tavlı haldeki elektrod ucu da arkın sönmesinden sonra kısa bir süre daha korunmak zorundadır. Bu işlem ise, arkın sönmesinden sonra koruyucu gazın birkaç saniye daha akması ile sağlanır. Eski cihazlarda bu işlem bir endüktans bobini ve art akış kabı ile sağlanmaktaydı.

Modern TIG kaynak makinalarında magnet ventili bir zaman rölesiyle donatılmıştır. İstenen art akış süresi bu sayede ayarlanabilmektedir.

İki zamanlı kontrol sisteminde esas fonksiyonlar olan koruyucu gazın açılıp kapatılması komutları ve akımın açılıp kapatılma komutlarının her ikisi birlikte kumanda edilir. Yani akım başladığında gaz akışı başlar ve akım kesildiğinde gaz akışı da durur. Modern cihazlar ise çoğunlukla dört zamanlıdır.

1. Zaman: Tetiğe basılır ve basılı tutulur,

önce koruyucu gaz akmaya başlar (ön akış süresi ayarlanabilir), yardımcı tutuşturma başlar, ark düşük akım şiddetiyle tutuşur (ayarlanabilir) - ark tutuşmadığında, koruyucu gaz ve yardımcı tutuşturma tekrar kapanır (tasarruflu kumanda).

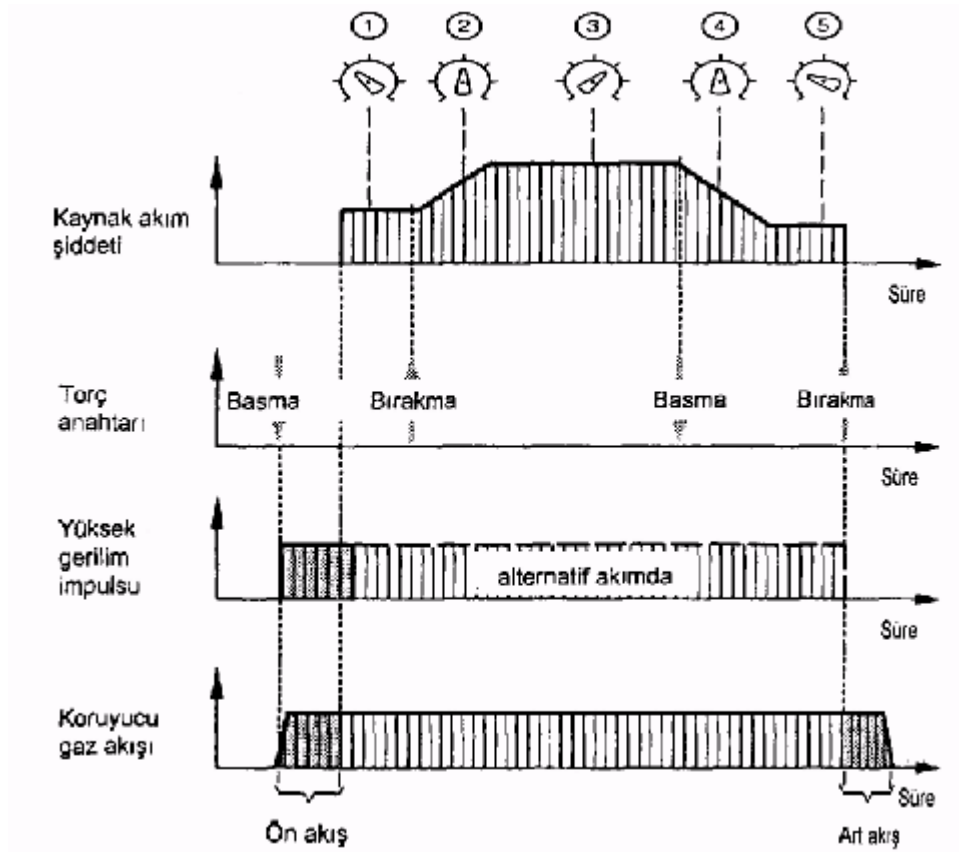
2. Zaman: Tetik bırakılır,

ayarlanan kaynak akımı sürer,

3. Zaman: Tetiğe tekrar basılır ve basılı tutulur, akım ayarlanabilen bir zaman içinde sürekli olarak azalır

4. Zaman: Tetik bırakılır, akım kesilir, koruyucu gaz, ayarlanabilen bir süre daha akar.

Şekil 3.12, kaynak akımının bu şekilde programlanabildiği bir TIG kaynak makinası için kontrol parametrelerinin zamanla değişimini göstermektedir.



Ayar parametreleri:

- I. Tutuşturma akımı
- II. Akım yükselme hızı
- III. Kaynak akımı
- IV. Akım azalma hızı
- V. Azalmış kaynak akımı

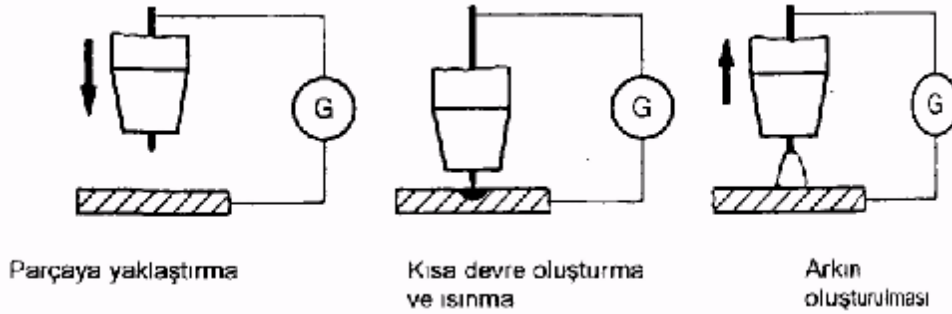
Şekil 3.12. Programlanabilen bir TIG kaynak makinasında ayar parametrelerinin zamanla değişimi.

3.2.2.1.1. TIG Kaynağında Elektrodun Tutuşturulması

Tungsten elektrod ile parça arasında bir arkın oluşturulması gerektiğinde, bu aralığın elektriksel bakımdan iletken hale getirilmesi gerekir. Arkın tutuşturulması sırasında oluşan yüksek sıcaklık sayesinde, koruyucu gaz elektriksel bakımdan iletken hale gelir.

Elektrodun Parçaya Temasıyla Tutuşturma

Şekil 3.13, TIG kaynağında ark oluşturma yöntemlerinden, elektrodun parçaya temas ettirilmesiyle tutuşturulmasını göstermektedir.



Şekil 3.13. TIG kaynağında elektrodun parçaya temas ettirilmesiyle tutuşturma

Bu şekilde tutuşturmada kaynak metalinde tungsten kalıntıları oluşabilir. Elektrod alaşımlanır ve dolayısıyla ark kararsızlaşır. Bakırdan bir yardımcı levha üzerinde tutuşturma ile tungsten kalıntılarından kaçınılabilir. Bu yöntem sadece doğru akımda mümkündür.

Yeni bir tutuşturma tekniği de "**kaldırılan ark ile (lift-arc) tutuşturma**" dır. Bu yöntemde çok düşük akım şiddeti yüklenen tungsten elektrod parça ile temas etmektedir. Dolayısıyla tutuşturma noktasında tungsten kalıntısı olmamaktadır. İlk önce elektrodun biraz yukarıya kaldırılmasıyla zayıf bir ark yakılmakta, daha sonra da kumanda tertibatındaki özel bir anahtar yardımıyla akım şiddeti tam gücüne ayarlanmaktadır.

Yüksek Frekans Girişimi ile Tutuşturma

Temassız tutuşturma, elektrodun parçaya temasıyla tutuşturmanın dezavantajlarından kaçınmayı mümkün kılar. Bu yöntem, hem doğru ve hem de alternatif akımla kaynakta mümkündür. Ancak alternatif akımda kaynakta bu tutuşturmanın, akımın yarı dalgası arasındaki her sıfırdan geçişte etki etmesi gerekir.

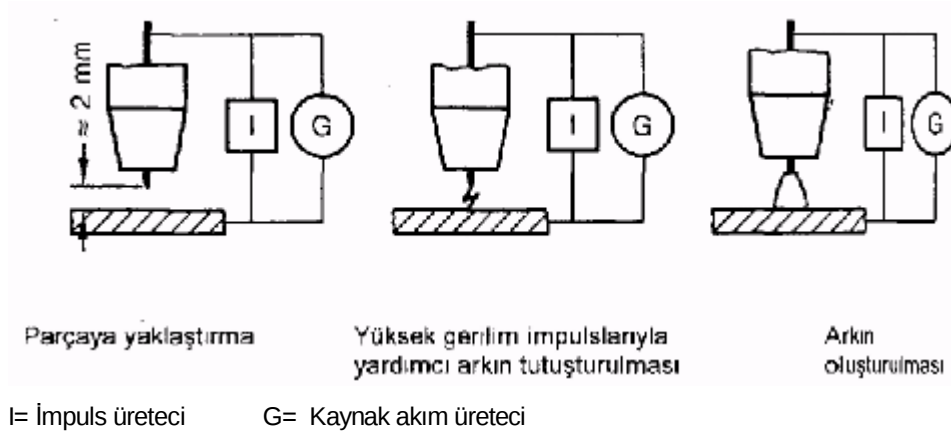
Yüksek frekans girişimi ile tutuşturmada, tungsten elektrod ile parça arasında, gaz akışını önceden iyonize eden ve bu şekilde arkın temassız bir şekilde tutuşturulmasını sağlayan bir yüksek frekans üretecinin oluşturduğu birkaç MHz'lik frekanstaki ve yeterli yükseklikteki bir gerilim oluşmalıdır. Yüksek frekanslı tutuşturmanın kullanımı halinde, akım devresine bir yüksek frekans

empedansı dahil edilmeli ve bu sırada yüksek frekansın sadece elektrod ile parça arasında akması ve kaynak makinasına yüksek frekanslı bir akım sıçramasından kaçınılması gerekir. Bu olduğu takdirde, tek tek sargılar arasındaki gerilim sıçraması yoluyla tahrip olabilir. Tutuşturucu devredeyken yüksek frekans nedeniyle yakında bulunan radyo ve televizyon alıcılarının bozulması da mümkündür. Bu tip arızaların tamiri çok masraflıdır.

Yüksek Gerilim İmpulslarıyla Tutuşturma

Yukarıda söz edilen dezavantaj, yüksek gerilim impulsu makinalarda yoktur. Bu tip makinalar 50 Hz veya daha düşük frekanslı ve birkaç bin voltluk bir gerilimli impulslar üretir.

Şekil 3.14. TIG kaynağında elektrodun yüksek gerilim İmpulslarıyla tutuşturulmasını göstermektedir.



Şekil 3.14. TIG kaynağında yüksek gerilim İmpulslarıyla arkın tutuşturulması

Doğru Akımla Tutuşturma-Alternatif Akımla Kaynak

Son yıllarda alternatif akımla kaynakta, önce doğru akımla tutuşturma yapılmakta ve tutuşturmadan hemen sonra otomatik olarak alternatif akıma geçilmektedir.

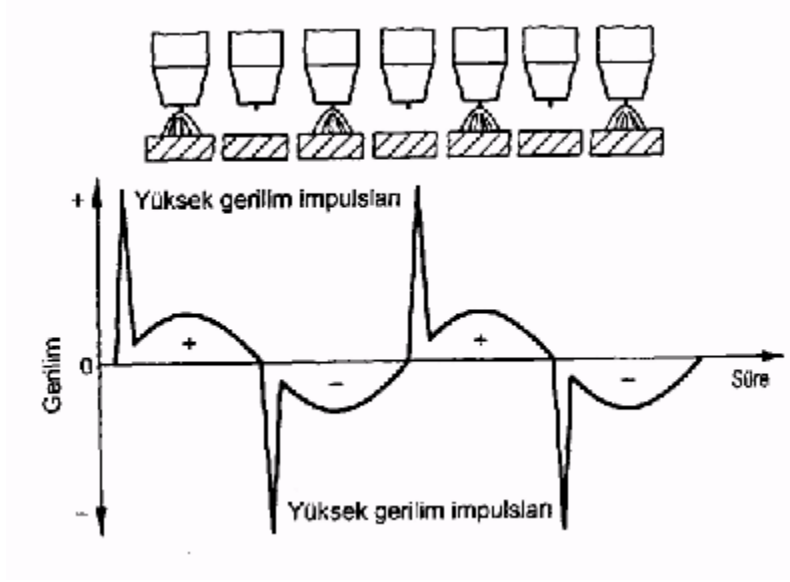
Alternatif Akımda Arkın Tutuşturulması

Alternatif akımda ark, her sıfır geçişinde söner. Bu nedenle tıpkı başlangıçtaki yüksek gerilim İmpulslarıyla temassız tutuşturmada olduğu gibi, her yarı dalgada yeniden tutuşturulması gerekir (Şekil 3.15)

Alüminyum sadece alternatif akımla kaynak yapılır. Elektrodun pozitif kutuplandığı sırada alüminyumun yüksek sıcaklıkta eriyen oksit tabakası parçalanır. Bu süre kısa olduğundan tungsten

elektrod aşırı yüklenmez (Şekil 3.16).

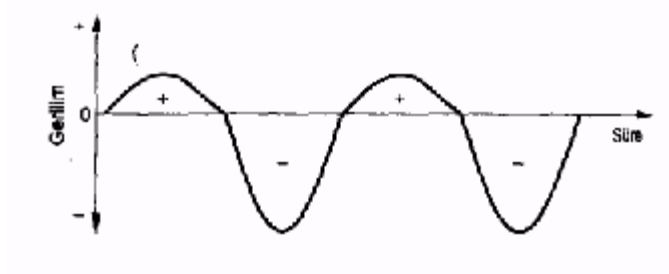
Bu konu ileride ayrıntılarıyla açıklanacaktır.



Şekil 3.15. Alternatif akımda yüksek gerilim impulslarıyla tutuşturma

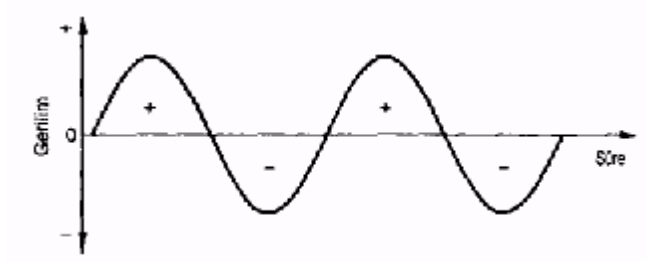
Pozitif ve negatif yarımların dengesizleşmesi

Negatif dalga daha kuvvetlenir; ark sıçrama yapar; temizleme etkisi zayıflar; kaynak makinası aşırı yüklenir.



Pozitif ve negatif yarımların dengelenmesi

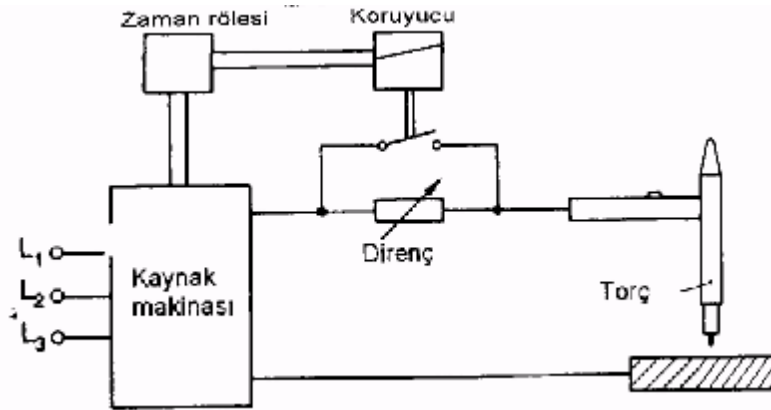
Bir filtre kondansatörün kullanımı sayesinde doğrultma etkisi sağlanır.



Şekil 3.16. Alüminyumun alternatif akımla kaynağında yarı dalgalarındaki durumlar.

3.2.2.1.2. Krater Doldurma Tertibatları

Ark altında en son katılaştıran sıvı haldeki banyo, dikişin diğer kısımları gibi tatminkâr bir şekilde ilave malzeme ile doldurulamayabilir. Dikiş ucunda arkın banyo üzerine etkiyen statik basıncıdan dolayı bir derinleşme meydana gelir. Dolayısıyla sıvı malzeme kenarlardan çekilir. Ayrıca sıvı metalin soğuması sırasında hacminin küçülmesi nedeniyle uç kraterde büzülme sonucu bir lunke oluşur. Ayrıca bir uç krater lunkeğinde çoğu kez karşılaşılan katılaşma çatlaklarına da dikkat edilmelidir. Uç kraterindeki hata bölgeleri, eritilerek giderilemeyecek derecede derinse, kaynağa tekrar başlamadan önce taşlanması gerekir. Bu durumda modern TIG kaynak makinalarında, kaynağın sonunda, istenen bir krater şekli sağlanmak için krater doldurma tertibatı devreye girerek, TIG kaynağı için tipik bir durum olan, akımın kademeli şekilde yavaş yavaş azalması sağlanır. Bu tür bir akım azalması için basit bir prensip şeması Şekil 3.17’te verilmiştir.



Şekil 3.17. Bir krater doldurma tertibatının şeması.

Kaynak işleminin sonunda torçtaki düğmeye basılmasıyla ilk önce kaynak akım devresindeki bir direnc devreye kademeli girerek kaynak akımını düşürür. Belirli bir süre sonra bir zaman rölesi

kaynak akımını keser. Bu kesilme iki veya daha fazla kademede de gerçekleşebilir ancak modern makinalarda kademesizdir. Kaynak işleminin sonunda akımın kesilmesi, banyonun derinliğinin azalmasına yol açar, yani önden arkaya doğru kademeli bir katılma başlar. Aynı anda ark basıncı da, banyo üzerine biraz daha ilave metal ulaşmasını sağlayacak şekilde devam eder. Bu şekilde pasonun ucu (krater) dolar ve yüzeyde daha sonradan bir taşlama veya tekrar eritmeyi gerektiren muhtemel hata bölgeleri oluşmamış olur.

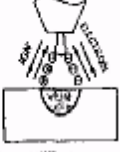
3.2.2.2. Akım Türü ve Kutuplama Şekli

Kural olarak TIG kaynağında doğru akımla kaynak yapılır. Bunun bir istisnası, alüminyum, magnezyum ve bunların alaşımları gibi hafif metaller ve ayrıca pirinç ve berilyum bakırı gibi bakır alaşımları alternatif akımla kaynak yapılır.

Negatif kutup soğuk kutuptur; bu nedenle kaynak sırasında tungsten elektrodun akım yüklenebilirliği ve dayanıklılığı pozitif kutuplanmasına göre negatif kutuplanması halinde çok daha yüksektir. Alternatif akımda kullanım halinde tungsten elektrodun akım yüklenebilirliği, doğru akımda negatif kutuplanmadaki değerine erişemez ancak pozitif kutuplanmaya göre birkaç kat daha yüksektir. Alternatif akımla kaynakta elektrodun yüklenbilirliği, filtre kondansatörün kullanılıp kullanılmadığından da etkilenir. Akım devresindeki filtre kondansatörün görevi, daha sonra açıklanacaktır. Aşağıdaki ipuçlarında farklı kutup türlerinde tungsten elektrodun akım yüklenebilirliği verilmiştir.

Yüksek sıcaklıkta eriyen oksit tabakası içeren malzemelerde katı oksit tabakası, kaynak banyosunun akmasını ve damlaların üzerine düştüğü paso ile birleşmesini engeller. Yaklaşık 2050°C'lik erime sıcaklığıyla alüminyumoksit, eritme kaynağında çok zor parçalanan bu oksitlerden biridir. Gaz eritme kaynağında veya lehimlemede kullanılan dekapanlarla bu oksit tabakası uzaklaştırabilmektedir ancak ilave bir masraf yapılmasını gerektirir. TIG kaynağında bu tabakanın uzaklaştırılması, arktaki yük taşıyıcılarla sağlanır. Yük taşıyıcılar, elektronlardan ve elektronların ayrılmasıyla oluşan pozitif yüklü gaz iyonlarından oluşur. Elektronlar büyük hızlarda hareket eder ancak kütlelerinin küçüklüğü nedeniyle kinetik enerjileri azdır. Bu nedenle sadece iyonlar, esas malzeme yüzeyine çarptıklarında yüzeydeki oksit tabakasını parçalamak için yeterli enerjiye sahiptir.

Şekil 3.18, arktaki yük taşıyıcıların hareketlerini şematik olarak göstermektedir. Elektronlar katottan anoda doğru yer değiştirir ve burada çarpma sonucu ısı üretir. iyonlar ise ters yönde hareket eder. Ancak iyonların kinetik enerjisi, sadece elektrod anod ve parça da katod olduğunda kaynak banyosunun yüzeyi üzerine uygulanabilir. Fakat bu şekilde temizleme etkisi önemli oranda düşük olur çünkü pozitif kutuplanmış elektrodun kuvvetli şekilde ısınması, akım şiddetini zayıflatır.

Akım tipi	DAEN	DAEP	AA (Dengeli)
Elektrodun kutup durumu	Negatif	Pozitif	
Elektron ve iyon akışı			
Nüfuziyet durumu			
Oksit temizleme işi	yok	var	var-har yarım dalga da bir kez
Ardaki ısı dengesi (yak.)	% 70'i parçada , % 30'u elektrotta	% 30'u parçada , % 70'i elektrotta	% 50'si parçada , % 50'si elektrotta
Nüfuziyet	derin ve dar	sığ ve geniş	orta
Elektrod kapasitesi	yüksek örn. 3,2 mm 400A	zayıf örn. 6,4 mm - 120 A	iyi örn. 3,2 mm - 225 A

Şekil 3.18. Arkta yük taşıyıcıların hareketi

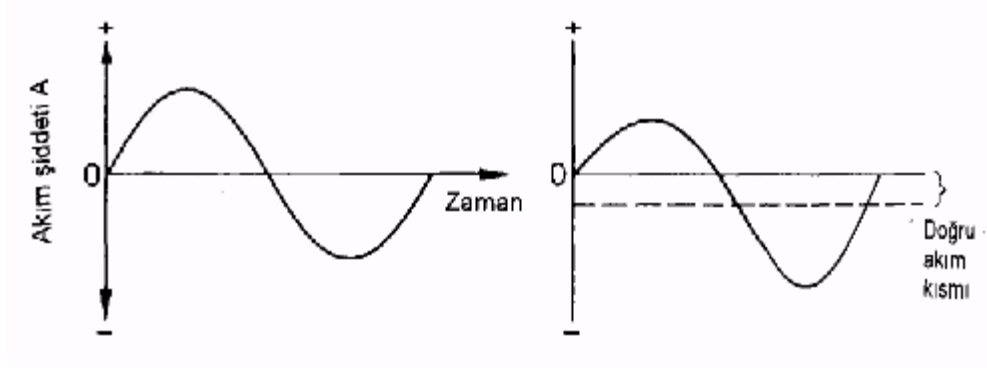
Alternatif akımın kullanılması ile bu durumun iyi bir ortalaması elde edilir. Kutbun değişmesi, sırasıyla, elektrod pozitif kutup olduğunda oksit tabakasının parçalanmasına (katodik temizleme) ve elektrod negatif kutup olduğunda da tekrar soğumasına imkan sağlar Bu nedenle iki yarı dalga, **temizleme yarıdalgası ve soğutma yarıdalgası** olarak adlandırılır. Bu bağlamda banyo yüzeyinin oksitten

yeterli sekide temizlemesi ve elektrodun dayanma süresinde önemli bir artış sağlar.

Başka bir teori, temizleme etkisini şöyle açıklamaktadır: elektrod pozitif kutup olduğunda erimiş banyodan çıkan elektronlar, oksit tabakasını parçalar. Ancak bu teoriye karşı, elektronların çıkış enerjisinin düşüklüğü nedeniyle, bunların altttaki metalden değil mevcut oksit tabakasından çıktığı söylenmektedir.

Alüminyumun kaynağında alternatif akımın kullanımı, başka bir problem daha çıkarır. Alüminyumun (erime sıcaklığı 658°C, buharlaşma sıcaklığı 2270°C) tungsten (erime sıcaklığı 3350°C, buharlaşma sıcaklığı 4800°C) ile ark içinde birleşik olarak iletim oluşturmaları, bir doğrultma etkisi doğurur. Daha önce de açıklandığı gibi elektronlar ya termik emisyon veya alan emisyonu yoluyla yayının İzafi olarak düşük akım şiddeti ve gerilimde yapılan TIG kaynağında alan emisyonu nisbeten zayıftır ve termik emisyon daha güçlü olup metallerde artan sıcaklıkla yükselir ve 3500°C 'nin üzerinde sıçrama gösterir. Bu sıcaklıklara sadece tungsten elektrod halinde ulaşılabilir; ancak buharlaşma sıcaklığı 3500°C'nin altında olan alüminyum halinde ulaşamaz. Dolayısıyla parçanın negatif kutuplanması sırasında soğuk erimiş banyoya oranla elektrod negatif kutuplandığında sıcak elektrodta önemli oranda elektron çıkışı meydana gelir. Bu nedenle pozitif yarı dalganın küçülmesi durumu veya başka bir ifadeyle, şekil 3.19'de gösterildiği gibi, negatif bir doğru akım bileşeni oluşur. Bu **doğrultma etkisi**, TIG kaynağında sadece alüminyumda değil daha küçük kütleli olmak üzere çeliklerin kaynağında da meydana gelir. Burada da daha yüksek sıcaklığa ulaşan

elektrod, daha fazla elektron yayar

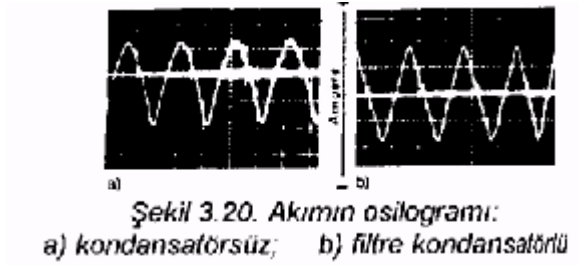


Şekil 3.19. Alüminyumun alternatif akımla TIG kaynağında doğrultma etkisi

Doğru akım bileşeni, çoğu kez zararlı yönde etkir. Temizleme etkisi zayıflar ancak aynı zamanda ark daha keskin ve kararsız yanar; bu nedenle koruyucu gaz debisinin artırılması gerekir. Doğru akım kısmı, bir ön-manyetikleşmeye yol açarak kaynak makinesinin ısınmasına neden olduğundan trafo sarımlarına da zarar verir.

Doğrultma etkisinin olumsuzluğu akım devresinin uygun bir yerinde, doğru akım bileşenini filtreleyen bir kondansatörün (**filtre kondansatör**) kullanılmasıyla

engellenebilir. Şekil 3.20, akımın akışı üzerine filtrenin etkisini zamana bağlı olarak gösteren bir osilogramı vermektedir.



Şekil 3.20. Akımın osilogramı:
a) kondansatörsüz; b) filtre kondansatörlü

DİKKAT:

Özellikle alüminyum malzeme halinde, elektrod çap seçiminde daima ayarlanan kaynak akımını göz önünde bulundurunuz. Bu özellikle alternatif akımda önemlidir. Doğru akımla kaynakla (elektrod negatif kutupta) bazen daha kalın elektrodlar da kullanılabilir - bu durumda her şeyden önce tekrar tutuşma emniyeti kötüleşebilir.

TIG kaynağında tungsten elektrodun yüklenebilirliği:

Çap mm	Doğru akım		Alternatif akım			
	Elektrod - toryumoksitli	Elektrod + toryumoksitli	Filtre kondansatörlü		Filtre kondansatörsüz	
			Saf	toryumoksitli	Saf	toryumoksitli
1,0	< 80	-	< 30	30...50	10...60	15...80
1,6	70...140	10...20	30...70	50...90	50...100	70...150
2,4	130...230	12...25	50...110	80...140	100...160	140...235
3,2	220...310	20...40	100...170	140...190	150...210	225...325
4,0	300...400	40...55	160...200	180...250	200...275	300...400
4,8	400...500	55...80	180...280	300...350	250...350	400...500
6,4	500...800	70...100	260...380	350...400	325...400	500...650

GÖSTERİM:

Saf tungsten
elektrod



Toryumoksitli
tungsten elektrod



Düşük
yüklenmiş

Yanlış

Aşırı
yüklenmiş

Yanlış

Doğru

Diğer bir çözüm yolu, kutuplamanın değiştirilmesidir. Negatif kutuplanmış parçadan negatif kutuplanmış elektroda daha az elektron akar ve bunlar yeniden tutuşmayı güçleştirir. Bu nedenle doğru akımda sadece tutuşturmak için gerekli yüksek gerilim impulslarıyla tutuşturma, alternatif akımda her sıfırdan geçişte gereklidir.

Yapılan çalışmalar, doğru akımda negatif kutuplama ile alüminyumun kaynağında helyum gazı kullanımının enteresan sonuçlar verdiğini göstermiştir. Ancak bu çözümü uygularken, helyum'un pahalı bir gaz olduğu gözönünde tutulmalıdır. Helyumun yüksek iyonizasyon enerjisi nedeniyle daha yüksek gerilimde yanar. Bu bakımdan arkın yüksek sıcaklıklara çıkması nedeniyle oksit tabakası akışkan hale gelir.

Helyum kullanılmasının bir dezavantajı ise, gazın yüksek fiyatı yanında tutuşma özelliklerini kötüleştirmesidir. Bu nedenle argon / helyum karışımlarının (örneğin %50 Ar - % 50 He) kullanılması artmaktadır. Helyum veya helyum kısmı fazla argon/helyum karışımları altında biraz kararsız yanan ark, çok kısa ark boyunda kaynak edilir ve esas olarak tam mekanik bir düzeneğe uygulanması gerekir.

Alüminyumun alternatif akımla pozisyon kaynağında, örneğin tavan pozisyonunda, kaynak dikişinin nisbeten daha geniş olması nedeniyle banyonun örtülme zorluğu meydana gelmektedir.

Pozisyon kaynağı: yatay zeminde yapılan alın ve içköşe kaynakları ve oluk pozisyonu dışındaki tüm pozisyonlarda yapılan kaynaklara denilmektedir.

Dörtgen şeklinde (kare dalga) alternatif akım veren kaynak makineleri değişik üstünlükler sunmaktadır. Bunlarda hızlı şekilde devreye giren transistörlerin yardımıyla kaynak makinasının kesintisiz şekilde değişen pozitif ve negatif kutbu elektroda aktarılmaktadır. Günümüzde bu tip kaynak makineleri yerine **Inverter** kullanılmaktadır.

kare dalgalı alternatif akımda sıfırdan dikey geçiş nedeniyle temassız tutuşturmada gereken tutuşturma düzeneği sadece başlangıçta kullanılmaktadır. Piyasada bulunan bazı makinalarda, ayrıca bir balans regleri yardımıyla pozitif ve negatif yarıdalgalılar zamana bağlı olarak değiştirilmektedir. Bunun anlamı, tatminkar bir temizleme etkisi için pozitif yarı dalganın % 30'u yeterli gelmektedir. Bu ayarlama ile elektrodun akım yüklenebilirliği, konvansiyonel alternatif akıma göre daha büyük olmakta, çekilen pasolar daralmakta ve bu şekilde pozisyon kaynağı daha iyi yapılabilmektedir.

3.3. TIG Kaynağında Kaynak Ağız Şekilleri ve Ağız Hazırlığı

TIG kaynağında kullanılan kaynak ağız şekilleri standartlaştırılmıştır. Bu bölümde DİN 8551 Kısım 1 ve DİN 8552 Kısım 1'deki ağızlar gösterilmiştir. Ancak şurası belirtilmelidir ki, TIG kaynak yöntemi, ilave metali kullanılmaması gereken ve parça kenarlarının arkla eritilerek birleştirileceği kaynak dikişleri için özellikle uygundur. Bu uygulama türleri, standart ağız formlarından **kıvrık alın kaynağı ve kıvrık bindirme alın kaynağı** 'm oluşturmaktadır. Bunun dışında köşe birleştirmedeki ve üç sacın birleştirilmesindeki içköşe dikişleri ve hafifçe çöküklüğün zararsız olduğu özel durumlar ve de I-dikişleri de bu kapsama girmektedir.

I-birleştirmeler, 3 veya 4 mm'ye kadar ön alın mesafesinin hiç veya çok az olduğu çeliklerde tek taraftan kaynak edilir. Alüminyum malzemelerde kalınlık 5 mm'ye kadar çıkabilir. Daha kalın saçlar (yaklaşık 8 mm'ye kadar) çift taraftan kaynak edilmelidir. Bu durumda saçlar arasında kalınlığın yarısı kadar bir aralık bırakılmalıdır. S-pozisyonunda (aşağıdan yukarıya) çift taraftan kaynak işleminde, yoğunlaşan ısı girdisi nedeniyle özellikle alüminyum ve bakırda mutlaka bir aralık bırakılmalıdır.

8 veya bazen 10 mm'nin üzerindeki parça kalınlıkları durumunda esas olarak ağızlara eğiklik verilmesi ve Y- veya çift Y-şeklinde hazırlanması gerekir. Ağız açısı çeliklerde 60°, alüminyumda 70° olmalıdır. Kök alın yüksekliği çeliklerde 2 ila 4 mm ve bazen 6 mm'ye kadar, alüminyumda ise 2-3 bazen 4 olmalıdır. Ancak V-ve çift V-dikişlerinde ağız kenarlarının uçları düz kırılabilir, bu nedenle kök alın yüksekliği pratikte O 'dan başlar. Daha kalın parçalarda bu dikiş formları ve U ve çift-U dikişleri TIG kaynağıyla nadiren tam olarak doldurulabilir. Bu nedenle çoğu durumda kalın saçların kaynağında

TIG kaynağı sadece kökün kaynağında kullanılır.

Alüminyumun tek taraftan kaynağında, kök tarafının yüzeyinde sık sık hafif ve çizgi şeklinde bir içeri çöküklük görülür. Bundan kaçınmak için kök alınının dış kenarlarına pah verilmelidir.

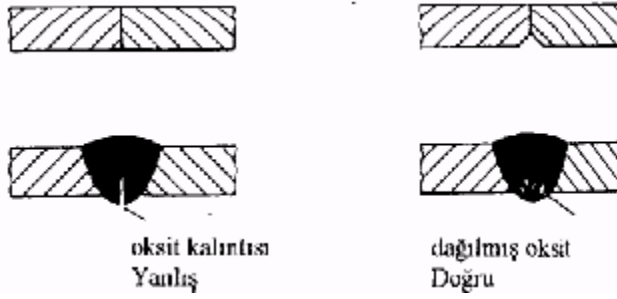
DİKKAT:

I-dikişlerin kaynağında alt kenarlarda pah kırınız. Bu şekilde tehlikeli oksit çentiklerinden kaçınabilirsiniz.

ÇÜNKÜ:

Bir I-dikişinin alın kenarındaki oksit tabakasına, ark tarafından ulaşamaz ve -özellikle dikişin alt kısmında- bu tabaka dağıtılamaz. Bu nedenle bu tabaka, oksitin erime sıcaklığı esas metalinkinden çok daha yüksek olduğundan, kaynak metalinde ayrı bir tabaka olarak kalır. Alt kenarda pah kırılması halinde, kaynak banyosu oksit tabakasını içine emer ve dikiş alt kenarında dağıtır. Hatayı gidermek için oksit çentiğinden dolayı kaynak dikişi zorlamalara dayanamadığında kaynak dikişi sökülmesi ve yeniden kaynak yapılmalıdır.

GÖSTERİM:



Tablo 3.1, çelik ve alüminyumun TIG kaynağında en önemli ağız şekillerini göstermektedir.

Ağızların açılması, alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerde alevle kesme yöntemiyle, paslanmaz çelik ve demirdışı metaller gibi özel malzemelerde ise plazmayla kesme yöntemiyle yapılır. İnce malzemeler makasla da kesilebilir. U veya çift U-ağız hazırlanacak kalın saçlarda ise çoğunlukla talaşlı imalat yöntemleriyle ağız hazırlanır.

TIG kaynağında kaynak ağzının temizliği yaşamsal derecede önemlidir. Hadde cürufları ve oksit kalıntılarının fırça veya taşlamayla uzaklaştırılması gerekir. Alüminyum ve alüminyum alaşımlarında ağız kenarları ve dikişin çevresi, hızla yeniden oluşan oksit kalıntılarının uzaklaştırabilmesi için kaynaktan hemen önce bir kez daha paslanmaz çelik fırçalarla fırçalanması gerekir. Çünkü oksit kalıntılarının elektron çıkış işinin daha düşük olması nedeniyle ark tercihan bu tabakalarla elektrod arasında yanar, ancak bu durumda oksitin higroskopik derecesine bağlı olarak gözenek oluşma tehlikesi mevcuttur. Uygun çözücü maddelerle ilave uzaklaştırma tercih edilebilir. Bu işlem nikel ve alaşımlarının kaynağında daha önemlidir.

Birleşme bölgesinin üstünün taşlanması, özellikle alüminyum malzeme durumunda, plastik bağlayıcı içeren zımparaların kullanılmaması gerekir. Aksi takdirde plastik bağlayıcılar ağız kenarlarına yapışarak kaynak dikişinde gözenek oluşturabilir.

Tablo 3.1. TIG kaynağı için kaynak ağız şekilleri

Ön alın kaynağı		Dış köşe kaynağı		Üç saç kaynağı		Kıvrık alın kaynağı		Kıvrık alın dış köşe kaynağı		
a) ilave metal kullanılmadan kaynak edilen ağız formları										
Ağız formu	Kalınlık mm	Çelik Ağız açısı °	Ölçü Aralık mm	Kök alın yüksekliği	Açıklama	Kalınlık mm	Altım Ağız açısı °	Yum Ölçü aralık mm	Kök alın yüksekliği	Açıklama
	tümü	-	-	-	-	tümü	-	-	-	-
	< 4	-	≈ s	-	tek taraftan	< 5	-	-	-	tek taraftan
	< 8	-	≈ s/2	-	çift taraftan	< 12	-	0...5	-	çift taraftan
	> 8	≈ 60	0...3	0...4*)	çift taraftan	> 10	≈ 70	0...6	0...3*)	çift taraftan
	> 10	≈ 60	0...4	0...6*)	çoğunlukla sadece kök pası	> 12	≈ 70	0...6	0...4*)	çoğunlukla sadece kök pası
	> 12	≈ 8	0...3	≈ 3	çoğunlukla sadece kök pası	> 20	15...25	0...3	≈ 3	çoğunlukla sadece kök pası
	-	-	-	-	-	> 10	20...30	-	≈ 3	çoğunlukla sadece kök pası

*) Bu diklikler V- veya çift V-ağız olarak da yani kök alın yüksekliği-O olarak da kaynak edilir. Bu durumda kenarların sivrî köşeleri biraz kırılmalıdır.

b) ilave metal kullanılarak kaynak edilen ağız formları

*) Bu diklikler V- veya çift V-ağız olarak da yani kök alın yüksekliği=0 olarak da kaynak edilir. Bu durumda kenarların sivri köşeleri biraz kımıldır.

b) ilave metal kullanılarak kaynak edilen ağız formları

3.4. TIG Kaynağında Çalışma Tekniği

Uygulamaların çoğunda, TIG kaynağının genellikle elle yapıldığı görülmüştür. Bunun anlamı, kaynakçının teorik bilgi ve el becerisi bakımından mesleki eğitim alması gerektirir.

Kaynağın başlangıcında, kaynakçının her şeyden önce doğru tungsten elektrodu, doğru elektrod çapını ve elektrod çapına uygun koruyucu gaz debisini seçebilmesi gerekir.

Ayrıca ayarlanan koruyucu gaz debisi, kutup ve akım ayarı da kontrol edilmelidir.

3.4.1. Puntalama

TIG kaynağının diğer kaynak yöntemlerine göre nispeten düşük olan hızı nedeniyle distorsiyon (çekme ve çarpılma) miktarı biraz daha yüksek olduğundan kaynak yapılacak parçaların, eğer bir fikstür içinde değillerse, yeteri kadar puntalama noktasından birleştirilmeleri gerekir.

Puntalama, ortadan dışa doğru yapılmalıdır. Bu şekilde dikiş ucu serbest kalır ve kaynağın başlangıcında ve sonunda emniyetli bir nüfuziyete ulaşılmış olur. Puntalann uzunluğu ve konumları, sac kalınlığıyla uyumlu olmalıdır.

3.4.2. Arkın Tutuşturulması

Kaynak tesisinde yüksek frekans veya yüksek gerilim impulsu cihazlar mevcutsa, temassız tutuşturma yapılabilir. Devreye sokulan akım rölesi, eğer elektrodun ucu parçaya 3 mm mesafede tutulmuşsa, arkı kendi kendine tutuşturur.

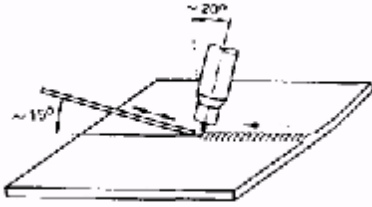
Tutuşturma düzeneği olmadığı durumlarda, elektrodun parçaya kısa bir süre temas ettirilmesi yoluyla bir kısa devre sonucu arkın tutuşturulması gerekir. Tüm akım şiddetiyle temas ettirerek tutuşturmada elektroddan bir parça tungsten kaynak ağzına yapışır; bu da kaynak metalinde tungsten kalıntısı olmasına yol açar. Aynı şekilde, kaynak yapılan esas metalin de kararsız yanan bir ark halinde ortaya çıkan sıçramalardan korunması gerekir. Bu nedenle kaynak ağzının dışına yerleştirilen bir bakır plakanın kullanılması ve bu şekilde arkın ağız içinde kalmasının sağlanması uygun olur. Bu amaçla hiçbir zaman karbon plaka kullanılmamalıdır. Karbon plakadan çıkan karbon, elektrod ucunda tungstenkarbür (TiC) oluşturur. TiC, tungsten'e göre daha düşük erime sıcaklığına sahiptir ve bu nedenle kararsız arka yolaçar ve elektrod ucunda, banyo içine de düşebilen büyük damlalar oluşturur.

3.4.3. Torcun Tutuluşu ve İlerletilişi

TIG kaynak yöntemiyle hemen hemen tüm pozisyonlarda kaynak yapılabilirse de, yatay pozisyon tercih edilmelidir.

Arkı tutuşturduktan sonra çapraz hareketlerle başlangıç noktası sıvı hale getirilmelidir. Daha sonra, birleştirme kaynağında tercihan sola kaynak tekniği kullanılarak esas kaynak işlemi başlatılır.

Torç kaynak yönüyle yaklaşık 20° açı yapmalıdır (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. TIG kaynağında torç ve ilave telin tutuluşu

Doldurma kaynağında daha yüksek eritme gücü nedeniyle sağa kaynak tekniği de kullanılabilir. Yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya pozisyonlardaki kaynakta torcun saç yüzeyine dik tutulması gerekir. Kaynak hızı, eşit ölçülü genişlikte bir paso elde edilecek şekilde sınırlanmalıdır. Koruyucu gaz akışını bozabileceğinden dolayı ince saçlarda salınım hareketlerinden kaçınılması gerekir. Kalın saçların ara (dolgu) pasolarında, aşağıdan yukarıya kaynakta, ağız kenarlarının eşit derecede etirilmesi için hafif bir salınım hareketi gerekir. Kaynak bittikten sonra krateri doldurması için ark kademeli veya sürekli azalan şekilde söndürülür ve koruyucu gaz 10 ila 15 saniye daha akar. Böylece sıvı banyo ve kızgın elektrod ucu korunmuş olur.

3.4.4. Kaynak İlave Telinin Görevleri

Kaynak ilave malzemeleri, elle kaynakta çubuk formunda, mekanize kaynakta ise ayrı bir tel iletme aparatından sürekli şekilde beslenen bir kaynak teli formundadır. Çubuklar, kaynakçı tarafından parça yüzeyiyle 15° açı yapacak şekilde tutularak hafifçe dokundurma hareketleriyle öne doğru çekilir ve koruyucu gaz örtüsü altında damlalar halinde eritilmesi gerekir. Nüfuziyeti zayıflatacağı için, ilave telin arkın altında kalmasından kaçınılmalıdır. Ancak doldurma kaynağı tamamen farklıdır. Bu işlemde genellikle düşük bir nüfuziyet ve karışma arzulanır. Buna ulaşmak için ilave telin kısmen arkın altında kalması ve orada erimesi gerekir.

DİKKAT:

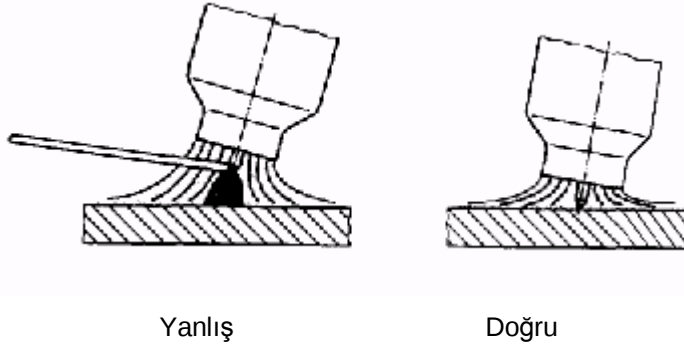
Tungsten elektrodu kaynak banyosunun içine sokmayınız. Kaynak çubuğunu tavlı haldeki tungsten elektrod ile temas ettirmeyiniz.

ÇÜNKÜ:

Tavlı haldeki tungsten elektrod, kaynak banyosuyla veya kaynak çubuğuyla temas ederse alaşımlanır. Bu alaşımlanma, özellikle alüminyum ve alaşımlarının kaynağında yoğun olarak oluşur. Alüminyumla alaşımlanmış bir tungsten elektrodla kaynak sırasında, sakın olmayan bir ark ve kaynak dikişinin üzerinde ve yanında siyah bir cüruf meydana gelir. Bu durumda kaynağa devam edilmemeli ve elektrod hemen

değiştirilmelidir. Dikkat edilmezse ark sakın yanmaz ve dikişler temiz elde edilme/. Hata meydana geldikten sonra gidermek için: alaşımlanmış elektrod ucu temizlenmelidir elektrod yeniden taşlanmalıdır.

GÖSTERİM:



3.4.5. Kökün Korunması

Tek taraftan kaynak edilen dikişlerde genellikle, kökün arka yüzünün ve sınırlı bir esas metal alanının koruyucu gaz ile atmosferden korunması gerekir. Kök aralığı verilerek kaynak edilen bağlantılarda, arka yüzden bir bakır kızak kullanılması genellikle yeterli olur. Ancak alüminyum ve bakırın kaynağında paslanmaz çelik kullanılması daha uygundur. İnce saçlarda ve içeriden temizlenemeyen boru hatlarında arka yüzden ilave koruyucu gaz verilmesi gerekir. Bunun için boru, dikişin her iki tarafından kapatılır ve koruyucu gaz verilir. Saçlarda aynı işlem için, kendi gözenekleri yoluyla yeterli ve türbülanssız bir koruyucu gaz miktarı sağlayan, bir sinler metal bloğun kullanılması daha uygundur. Koruyucu gaz olarak genellikle argon kullanılır. Şekillendirici gaz olarak örneğin Azot/Hidrojen karışımı da kullanılmaktadır.

Arka yüzden verilen koruyucu gaz, kökün gaz çıkışının bozulmasını ve oksitlenmesini önler. Soğutma etkisiyle eriyiğin fazla sarkmasını da sınırlar ve dikiş alt yüzeyinin uygun bir şekil almasını sağlar (**şekillendirici gaz**).

DİKKAT:

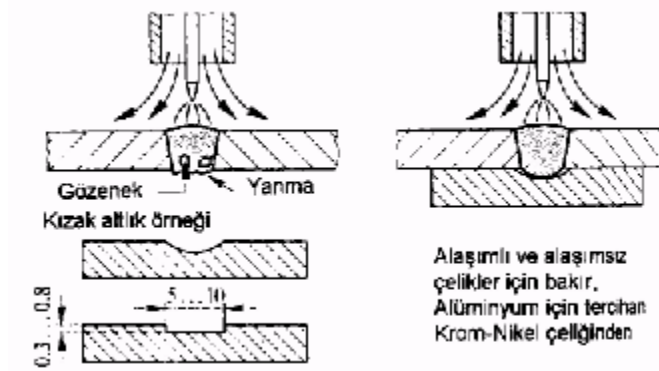
Parça bir korozyon etkiye maruz kalıyorsa, kök pasonun alt kısmına dikkat ediniz. Bir altlık (uzun dikişlerde), bir besleme yatağı (yuvarlak dikişlerde) veya cam elyaftan bir yapışkan band (alüminyum folyolarda) aracılığıyla dikişin alt yüzeyine bir koruyucu gaz beslemesi sağlayınız

ÇÜNKÜ:

Kaynak ağzının henüz kaynak edilmemiş aralığından, dikişin alt yüzeyine küçük miktarda bir koruyucu gaz

gönderilebilir. Eğer bu akış bir altlıktan sağlanırsa, altlığın kanalından, alt pasonun korunması için en uygun koruyucu gaz beslemesi sağlanmış olur. Alt paso oksitlenmez ve parlak kalır. Aynı zamanda kanal yardımıyla dikişin şekli de sınırlandırılmış olur. Dikkat edilmezse krom-nikel çeliklerinde dikiş alt yüzeyi tavlânır; korozyon oluşur. Diğer çeliklerde ise alt pasonun kötü oluşturulur. Hatanın sonradan giderilmesi genellikle mümkün değildir. Karşı taraftan da kaynak edilmeli veya -karşı taraftan ulaşamıyorsa- dikiş yeniden kaynak edilmelidir.

GÖSTERİM:

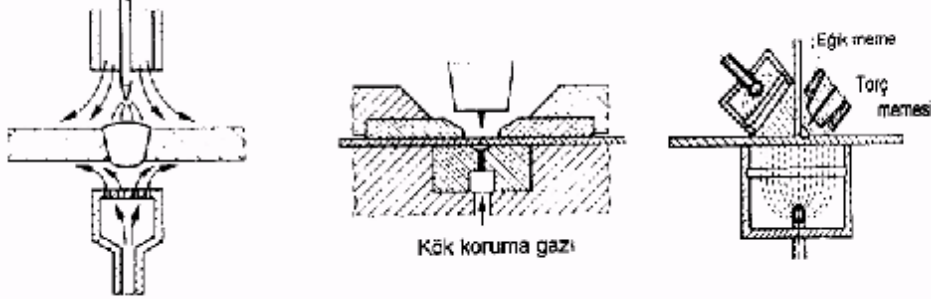


DİKKAT:

Korozyon bakımından veya başka bakımdan, yukarıda açıklandığı şekilde uzun ve tav renksiz alt paso oluşturulamıyorsa, dikiş alt yüzeyinden, kökün korunması için gazla üflenmelidir Uygulama bakımından -özellikle de doğru kök koruma gazının seçimi bakımından- dikkatli olunmalıdır.

ÇÜNKÜ:

Yukarıdaki kural, değişik bakımlardan uygulanamayabilir: parça şeklinin uygun olmaması, bir altlık ile imalatın çok pahalıya mal olması, saç kenarlarının tanı olarak uyumlu olmasının gerekmesi (örneğin boylamasına dikiş kaynak makinalarıyla tam mekanik kaynağa) Bu nedenle, örneğin büyük yapı elemanlarında dikisin alt yüzeyinden bir kök koruma amacıyla bir meme veya süzgeç yardımıyla gaz beslenir (soldaki şekil). Tam mekanik kaynağa altlık oyuğundan, kök alt yüzeyi üzerine koruma amacıyla gaz beslenir (ortadaki şekil). Özel kritik durumlarda içköşe dikişlerinin arka tarafından da gaz beslemesi yapılması gerekebilir (sağdaki şekil).

GÖSTERİM:**DİKKAT:**

Kök konuna için gaz seçiminde dikkatli olunmalıdır. Bunun için gaz satıcısı ile uygulamanın özellikleri göz önünde tutularak konuşulmalıdır.

ÇÜNKÜ:

Koruyucu gazın seçimi, malzemeye, yapı elemanının şekline, gaz beslemesinin türüne ve kaynak şartlarına bağlıdır. Hidrojen içeren koruyucu gazlar (azot-hidrojen karışımı için genel gösterim "**şekillendirici gaz**"dır), hidrojene duyarlı yüksek dayanımlı ince taneli yapı çelikleri için, oksijensiz bakır ve bakır alaşımları için, alüminyum ve alüminyum alaşımları için uygun değildir. Argon, yüzey gerilimini artırarak kökün sarkmasını sınırlar (ince ve akışkan veya büyük kaynak banyoları durumunda iyi). Hidrojen ilavesi, ilave bir redükleyici etki yapar - kalan oksijenin, tav rengi (oksit) oluşumunu destekleyici etkisinden kaçınılmalıdır.

Farklı malzemeler için tavsiye edilen kök koruma gazları:

Kök koruma gazı	Malzeme
Argon - hidrojen karışımı	östenitik Cr-Ni-çelikleri
Azot - hidrojen karışımı	özellikle yüksek dayanımlı ince taneli yapı çelikleri, östenitik Cr-Ni çelikleri
Argon	östenitik Cr-Ni-çelikleri, östenitik-ferritik çelikler (dupleks çelikler), gaza duyarlı malzemeler (litanyum, zirkonyum, molibden), suya duyarlı malzemeler (yüksek dayanımlı ince taneli yapı çelikleri), bakır ve bakır alaşımları, alüminyum ve alüminyum alaşımları, diğer demir dışı metaller, ferritik Cr-çelikleri
Azot	östenitik Cr-Ni-çelikleri, östenitik-ferritik çelikler (dupleks)

DİKKAT: (özellikle krom-nikel çeliklerinde ve boru çeliklerinde)

Hatasız ve oksitsiz bir alt paso oluşturmak istediğinizde, küçük kaplamı keza boru hatlarının içini koruyucu gaz veya şekillendirici gazla doldurunuz. Doğru gaz seçimi için gaz satıcısı ile konuşunuz.

ÇÜNKÜ:

Uzun boru hatlarında bir tıkaç balonunun (üst resim) veya örtme manşetti bir gaz süzgecinin (alt resim) kullanılması tavsiye edilir.

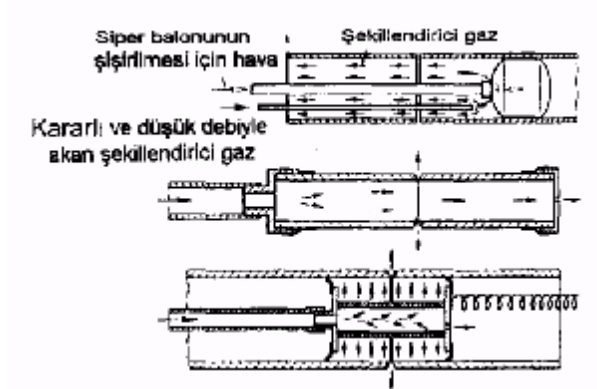
Bir tek kaynak ağızı olan kısa hatlarda -özellikle küçük boru çaplarında- tüm borunun gazla doldurulması (ortadaki şekil) ekonomik olabilir. Bu aynı zamanda branşman bağlantıları için de geçerlidir. Böyle durumlarda uçlar kapakla kapatılmalıdır ve uçta küçük bir delikten kök konuna gazının çıkışına izin verilmelidir.

Bu durumda düşük basınç nedeniyle kaynak aralığından hafif bir gaz akışı oluşur. Boru hatlarında yüksek bir birikme basıncı, özellikle yuvarlak dikişlerde kökün içeriye doğru çökük olmasına yolaçar.

Akış deliği, hidrojen içeren koruyucu gazlar halinde, özellikle azot-hidrojen karışımları (şekillendirici gaz) halinde aynı zamanda hidrojen içeriğinin % 10'un üzerine çıkmamasını sağlar

GÖSTERİM:

Rugenin kitabındaki Şekil 10.65 ile aynı

**3.5. Kaynak Parametrelerinin Etkileri**

Her bir kaynak yönteminde kaynak parametreleri ve ortam şartları, kaynak işleminin sonucuna etki yapar. TIG kaynağında en önemli parametreler

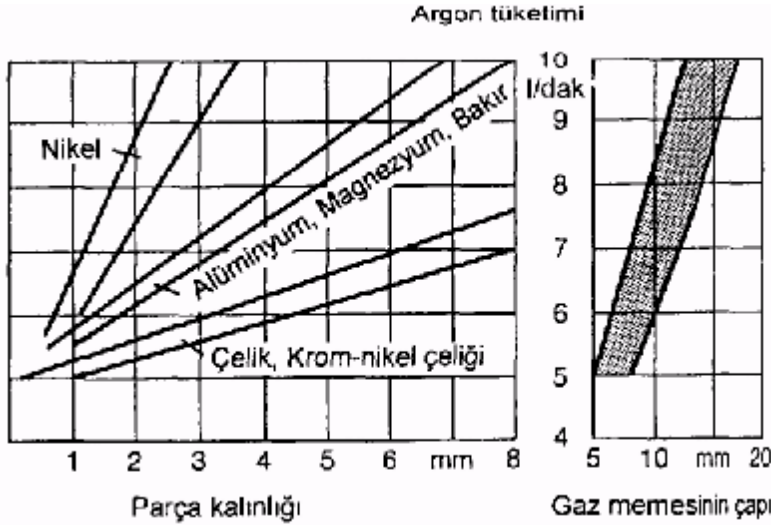
- * koruyucu gaz akış debisi,
- * tungsten elektrodun durumu,
- * akım türü,
- * kutuplanma şekli,
- * akım şiddeti,
- * ark gerilimi ve
- * kaynak hızı'dır.

3.5.1. Koruyucu Gaz Akış Debisi

Koruyucu gaz tüketimi ve dolayısıyla ayarlanması gereken gaz debisi,

- * malzemenin kalınlığından,
- * esas metalden
- * elektrod çapından
- * ilave tel çapından

etkilendirir. Ayrıca bu değerlerden, kaynak banyosunun büyüklüğü, ısıнын tesiri altındaki bölge, kaynak hızı, torcun hareketleri ve kaynak ağzının şekli ve çevredeki hava hareketleri (rüzgar vs.) nedeniyle sapmalar ortaya çıkabilir. Koruyucu gaz tüketimi, akış miktarının bağlı olduğu gaz memesinin çapı tarafından belirlenir. Şekil 3.22'de parça kalınlığına ve gaz memesinin çapına bağlı olarak argon tüketimi; tablo 3.2'de ise elektrod çapı, gaz memesi ve ilave kaynak teli çapı arasındaki ilişki verilmiştir.



Bu değerlerden, aşağıdaki durumlarda sapmalar oluşabilir:

- .kaynak banyosunun büyüklüğü
- ısıнын tesiri altındaki bölge
- kaynak hızı
- kaynak torcunun hareketi
- kaynak ağzının şekli

Şekil 3.23. Parça kalınlığına ve gaz memesinin çapına bağlı olarak argon tüketimi

Tablo 3.2. TIG kaynağında elektrod çapı, koruyucu gaz memesi ve ilave tel arasındaki ilişki

Saç kalınlığı mm	Elektrod çapı mm	Gaz memesi büyüklüğü, No.	Kaynak ilave tel çapı, mm
1	1,0	4	1,6
2	1,6	4 ... 6	2,0
3	1,6	6	2,4
4	2,4	6 ... 8	3,0
5	2,4 ... 3,2	6 ... 8	3,2
6	3,2	8	4,0
8	4,0	8 ... 10	4,0
10	4,0 ... 5,0	8 ... 10	5,0

Tablo 3.3'te ise rüzgar hızına bağlı olarak koruyucu gaz miktarı verilmiştir.

Tablo 3.3. Rüzgar hızına bağlı olarak koruyucu gaz miktarı (gaz memesi-parça mesafesi: 5 mm)

Rüzgar hızı (cm/s)	En düşük koruyucu gaz miktarı (l/dak)	
	Ar	75 Ar/25 He
0	1,6	5,7
2,5	2,0	6,2
5	2,5	7,8
7,5	3,7	9,5
10	4,5	12,0
12,5	5,0	13,7
15	8,0	16,8

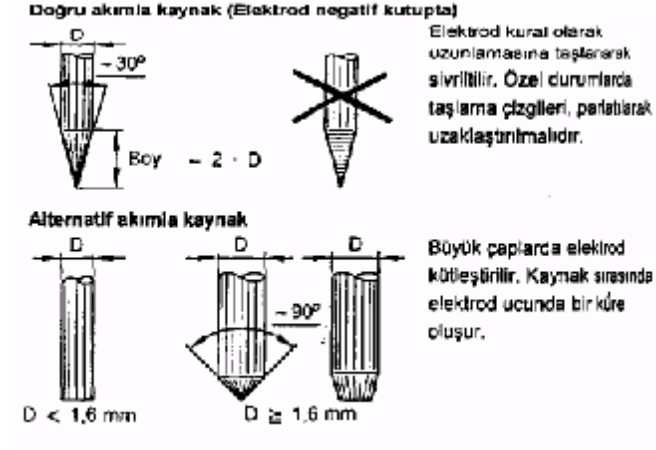
3.5.2. Elektrodun Durumu

Tablo 2.2.'de farklı saç kalınlıkları için tavsiye edilen elektrod çapları verilmiştir. Bu tablodaki değerler çeliklerin doğru akımla (negatif kutuplamada) kaynağında geçerlidir. Alüminyum halinde, alternatif akımda elektrodun ısınması nedeniyle biraz daha büyük çap değerlerinde elektrodların kullanılması gerekir. Yine bu nedenle, alternatif akımla kaynakta elektrodun ucu sivri şekilde taşlanmaz.

Uygun akım şiddetiyle yüklendiğinde, ark sakin bir şekilde yanar ve elektrodun ucunda sıvı tungstenden küçük bir küre oluşur. Bu nedenle elektrodların taşlanmaması, aksine kaynaktan kısa bir süre önce, uygun bir küre erimesi için elektrodun kızdırılması tavsiye edilmektedir.

Tablo 3.4'te akım türü ile elektrod ucunun aldığı şekiller gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Akım türüne bağlı olarak elektrod ucunun şekli.

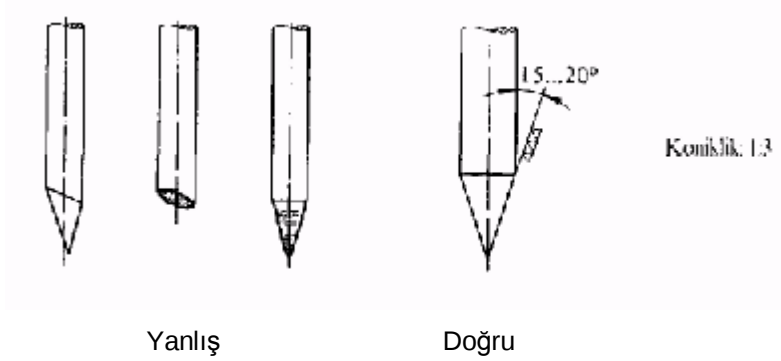


DİKKAT:

Çelikleri, bakır ve ulaşımlarını doğru akımla TIG kaynağı (Negatif kulüp) yaparken, tungsten elektrodları, mümkünse sadece tungsten elektrodlar için kullanılan ince taneli taşlama tezgâhında taşıyınız. Taşlamayı boylamasına yapınız. Taşlama tezgâhında çalışırken daima koruyucu gözlük kullanınız.

ÇÜNKÜ:

Elektrod uçları mümkün olduğunca parlak ve tozsuz taşlanmalıdır. Bunun için, taşlamanın bir parlatma ile tamamlanması gerekir. Elle taşlamada enine taşlama, ince elektrodların bükülmesine, kalın elektrodların gevrek uçlarının kırılmasına neden olabilir. Bu nedenle boylamasına taşlamak daha iyidir. Keskin uçlar kırılmaya karşı daha dayanıksızdır. Sivri konik şekil, çok düşük kaynak akımlarında (örneğin ince saçlar ve kök kaynağında); düz alınlı şekil ise tam mekanik kaynakta eşit nüfuziyet için kullanılır. Bu hususlara dikkat edilmediği takdirde tungsten elektrod üzerindeki taşlama tozları nedeniyle ark, doğrultusundan sapar.

GÖSTERİM:**DİKKAT:**

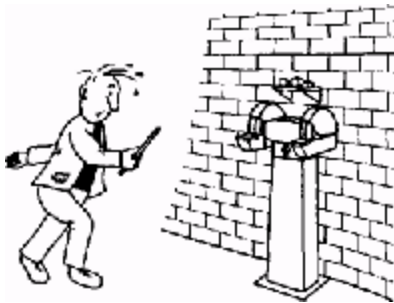
Kaynak yerinde daima birkaç hazır taşlanmış tungsten elektrod bulundurunuz.

ÇÜNKÜ:

Bir tungsten elektrodla pek çok kez, ark tutuşturulmuşsa, impuls jeneratörüne rağmen, soğuk elektrodla parçaya temas ettirmeden tekrar tutuşturma zorlaşabilir. Yeni taşlama, tutuşma kolaylığını tekrar sağlar. - Gerçekte sınırlı etkiye sahip olan - bir **kaynakçı hilesi**. Akımsız halde soğuk elektrodun ucunun, pürüzlü bir metal yüzeye (örneğin kaynak masasına) sürtünmesidir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Tutuşma zorluğu ve zaman kaybı meydana gelir. Bu nedenle Kaynak çalışmasına başlamadan önce, kaynak sırasında nelerin gerekli olduğu düşünülmelidir. Bu halde kaynak yerinde kirlenmeye karşı korunmuş, önceden hazırlanmış tungsten elektrodlar bulundurulmalıdır.

GÖSTERİM:

Yanlış;
taşlama
motorunda tek tek
elektrod

DİKKAT:

Tungsten elektrodların uçlarını büyük özenle taşıyınız. Sivri kısmın kemiklik açısı yönetime uygun olmalıdır. Bu arada konikliğin merkezden kaçık olmaması gerekir. Boylamasına taşıyınız. Taşlama cihazlarının emniyetini ve avantajlarını kullanınız.

ÇÜNKÜ:

TIG kaynağında elektrodun koniklik açısı, kaynak banyosunun formunu etkiler (küt bir açı geniş bir dikiş ve düz bir nüfuziyet verir). Enine taşlamalar elektrod ucunun kararlılığı (çentik etkisi), arkın tutuşma davranışı ve kararlılığı üzerine olumsuz etki yapar (Şekil 1). Özellikle lam mekanik kaynakta tungsten elektrodlar hiçbir zaman elle yönlendirilerek taşlanmamalı, yardımcı taşlama tesbit düzenekleri kullanılmalıdır (Şekil 2). Dikkat edilmediği takdirde kararsız ark oluşur. Tungsten parçacıktan koparak kaynak banyosuna girer. Ark yana doğru eğilebilir. Hatanın giderilmesi için taşlama tesbit düzeneği kullanılmalıdır.

GÖSTERİM:

Şekil 1



Şekil 2

DİKKAT:

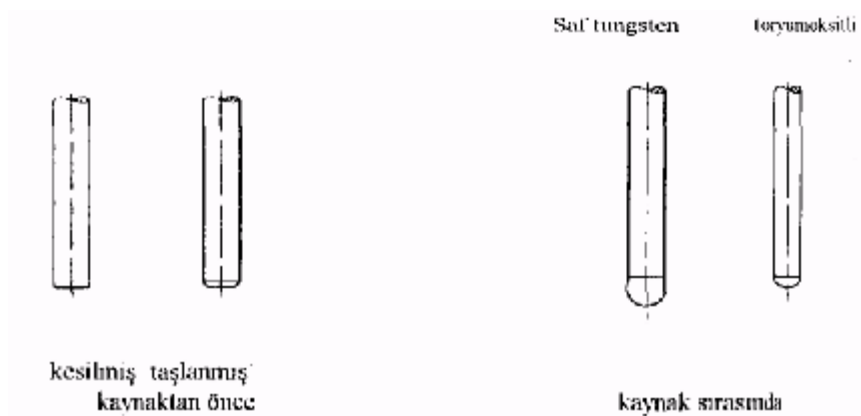
Alüminyum ve alüminyum alaşımlarının doğru akımla TIG kaynağında, kullanılan tungsten elektrodun alın kısmında, yivli kırık bir yüzey olmamalı, aksine bir keski ile kesilmelidir. Kenarların taşlanması, elektrod ucunda yarı küre formunun oluşumunu kolaylaştırır.

ÇÜNKÜ:

Alternatif akımla TIG kaynağında, doğru ölçülendirilmiş tungsten elektrodun tüm uç yüzeyinin sakin yanan bir ark oluşturması çok önemlidir. Ucun, küre formunu alması gerekir. Saf tungsten elektrodların, 4 mm'nin üzerindeki elektrod çaplarında arkın stabilitesi üzerine önemli etki yaptıklarından uygun elektrod uç formuna sahip olmaları gerekir. Her şeyden önce tutuşma zorlaşabilir. Ayrıca toryum oksitli elektrodlar pozisyon kaynağında daha küçük çaplarla çalışmayı mümkün kılar.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Ark kararsızlaşır.

GÖSTERİM:

DİKKAT:

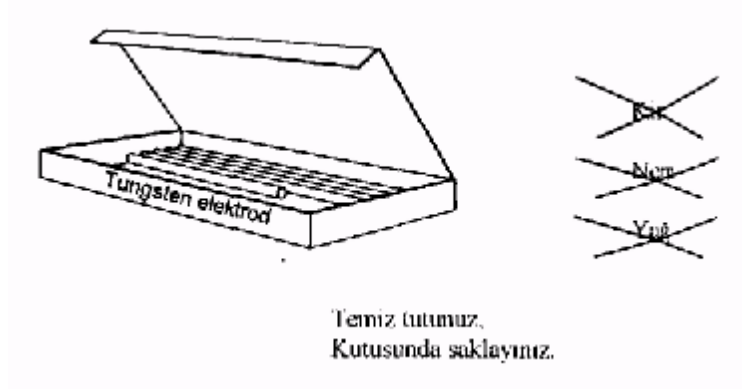
Tungsten elektrodları temiz tutunuz. Elektrod yüzeyinde nem, yağ, kir veya diğer safiyetsizliklerin bulunmaması gerekir. Kirlenebileceklerinden dolayı, tungsten elektrodları, kaynak masası üzerine koymayınız.

ÇÜNKÜ:

Nem, yağ ve kir, sadece TIG kaynağında son derece gerekli olan temiz koruyucu gaz atmosferini bozmakla kalmaz, aynı zamanda elektrodun kendisinin tekrar tutuşma davranışına da zarar verir

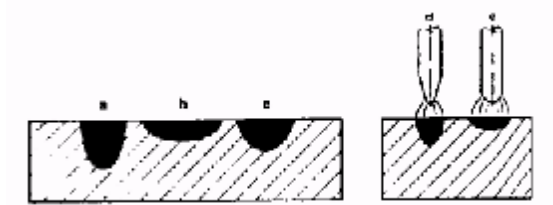
DİKKAT EDİLMEZSE:

Kötü tutuşma, temiz olmayan kaynak dikişi ve gözenek oluşur.

GÖSTERİM:**3.5.3. Akım Türü ve Kutuplamanın Etkisi**

Akım türü ve kutuplarına, her şeyden önce nüfuziyet formunu etkiler. Şekil 3.24, bu durumu şematik olarak göstermektedir.

- a: doğru akım (negatif kutup)
- b: doğru akım (pozitif kutup)
- c: alternatif akım
- d: sivri uçlu elektrod e: küt uçlu elektrod



Şekil 3.24. Akım türü, kutupluluk ve elektrod formuna bağlı olarak nüfuziyet formları

Negatif kutuplamanın aksine pozitif kutuplamalı kaynaktaki düşük nüfuziyet, pozitif kutuplu kaynaktaki gerekli olan kalın elektrodalarda daha düşük enerji yoğunluğu ve daha düşük akım yüklenebilirlik sağlar.

Bu durum, alternatif akımla kaynakta da benzer form oluşturur. Kalın elektrod uçları, düz ve geniş bir nüfuziyet oluşturur. Kaynak sırasındaki aşınma nedeniyle elektrodun kütleşmesinin, nüfuziyet derinliğindeki bir azalmaya yolaçacağı da hesaba katılmalıdır.

3.5.4. Akım Şiddeti, Ark Gerilimi ve Kaynak Hızını Etkisi

Akım şiddeti, diğer ark kaynak yöntemlerinde olduğu gibi, herşeyden önce nüfuziyet derinliğini etkiler. Ayarlanan akım şiddeti bu nedenle kaynak edilen parça kalınlığına uygun olmalıdır. Parça kalınlığının her mm'si için gerekli akım şiddeti aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

Çelik - doğru akım (negatif kutup) - 45 A / mm

Alüminyum - alternatif akım - 40 A / mm

TIG kaynağında ark gerilimi, arkın tam bir gaz örtüsü ile korunmasının mümkün olduğu kadar kısa olması için daima çok düşük olmalıdır. Bu nedenle dikiş geometrisini etkileyen bir parametre değildir. Yine de ark geriliminin yükseltilmesi yani ark boyunun arttırılması halinde, dikiş genişliği artar ve alaşım yanması problemi azalır.

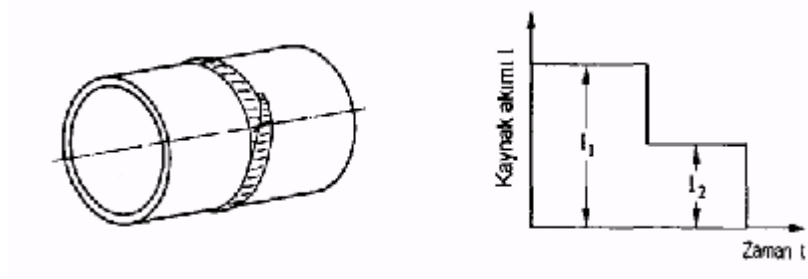
Ark gerilimi gibi kaynak hızı da, diğer ark kaynak yöntemlerinde olduğu derecede dikiş geometrisini etkileyen bir parametre değildir. Kaynak sırasındaki şartlara göre ayarlanır ve aynı değerde tutulur. Bu sayede esas metal yeterli derecede erir ve katılaşma sırasında eşölçülü bir dikiş oluşur. Kaynak hızının arttırılması, birleşme hatalarına, düşürülmesi ise dikişin genişlemesine ve istenmeyen aşırı ısı girdisine yolaçar. TIG kaynağında en yaygın kaynak hızları 10 ila 40 cm/dak arasındadır.

DİKKAT:

Boruların çevresel kaynağında arkı dikiş ortasında bitirmeyiniz. Dikiş sonunda dikiş ortasından dışarı çekiniz veya bir akım azaltma tekniği kullanınız.

ÇÜNKÜ:

Arkın söndürülmesinden sonra kaynak banyosu kenarlarından katılaşmaya başlar. Büyük kaynak banyolarında tüm kaynak akımı kapatıldığında uç krater çatlakları ve lunkerler oluşabilir. Dikiş sonunda kaynak hızı arttırıldığında banyo küçülür. Aynı anda ark dikiş yanına doğru çekilir. Bu durumda kritik bölge daraltıldığından hata bölgesi de mümkün olduğunca küçültülmüş olur. Daha iyi bir teknik de, torcunun tutamak kısmında bir akım düşürümü gerçekleştirilebilen bir TIG kaynak makinası kullanımıdır.

GÖSTERİM:

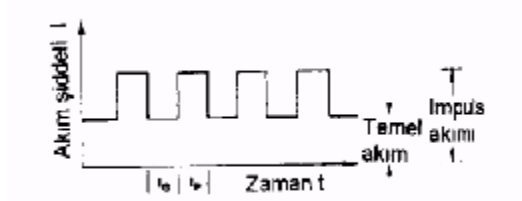
Esas metal üzerine

küçük kaynak banyosu çekiniz.

Akım azaltması

3.5.5. Akım İmpulslarıyla Kaynak

TIG kaynağında artan oranda akım impulsları kullanılmaktadır. Burada impuls frekansı izafi olarak düşük olup çoğunlukla 3 Hz'in altındadır ve 10 Hz ile sınırlanmıştır. Düşük bir esas akım üzerine impuls akımları bindirilir (Şekil 3.25). İmpulsların yükseklik ve süresi ayarlanabilir. İmpuls süresinde metal eridiği ve esas akım süresinde de kısmen tekrar katılaştığından, esas akımın ve impulsun süresi birlikte belirlenmelidir. Bu bakımdan dikiş, çok sayıda üstüste binmiş tek tek noktalardan oluşmaktadır. TIG-impuls kaynağının avantajı, zor pozisyonlarda banyonun daha iyi kontrol edilebilmesidir. Örneğin köke ve öne doğru çok kuvvetli bir akma eğilimi göstermez. Darbe fazında daha yüksek bir akım şiddeti ve dolayısıyla daha derin bir nüfuziyet sağlandığından, normal TIG kaynağıyla kaynak edilemeyen I-alın birleştirmeler impulsu TIG yöntemiyle kaynak edilebilir. Diğer bir avantajı, ince saçların kaynağında ve pozisyon kaynağında kendini gösterir. Dezavantaj olarak, kaynak hızının düşüklüğünden şikayet edilmektedir.



Şekil 3.25. TIG impuls kaynağında akım ve sürenin değişimi

TIG-impulsu kaynak makinası üzerinde daha fazla ayar düğmesi bulunur. Bu yöntem için kaynakçının özel olarak eğitilmesi gerekir.

3.6. TIG Kaynağındaki Hatalar

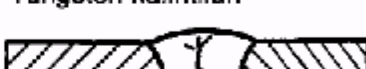
TIG kaynağında, diğer kaynak yöntemlerinde rastlanan, sertleşme çatlakları, dikişaltı çatlakları vs. gibi malzemeye bağlı hatalar değil, yöntemin uygulanması sırasında kaynakçının etkileyebildiği hatalar görülür.

Tablo 3.5'den 3.12'ye kadar, TIG kaynağında rastlanan muhtemel hatalar ve nedenleri verilmiştir.

Tablo 3.5.

Kaynak dikişlerindeki hatalar

TIG kaynağındaki en sık rastlanan hatalar aşağıda verilmiştir:

Dış hatalar	İç hatalar
	
Dikiş taşkınlığı fazla	Gözenek (gaz kalıntıları)
	
Dikiş çöküklüğü	Oksit kalıntısı; oksitlenmiş kök
	
Yanma çentiği (undercut)	Birleşme hatası
	
Yetersiz nüfuziyet	Tungsten kalıntıları
	
Kökün içeri çöküklüğü	Büzülme çatlakları
	
Kök taşkınlığı fazla	Erimemiş kök

Kaynak dikişlerindeki hataların oluşumunu etkileyen

Faktörler

Dikiş hazırlığı

Ağız formu

Ağız ölçüleri

Kaynak bölgesinin temizliği

Cihaz ayarları

Gerilim / akım şiddeti

Cihazın karakteristiği

Koruyucu gaz miktarı

Kaynak torcunun sevk ve idaresi

Kaynak hızı

Pasoların birbirine binme mesafesi ve zigzag hareketleri

Kaynak torcunun ayarları (torç eğimi)

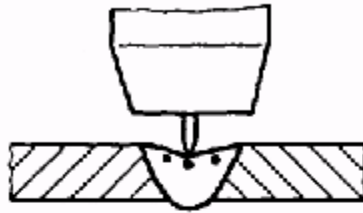
Elektrod ile parça arasındaki mesafe (torç mesafesi)

Tablo 3.6.

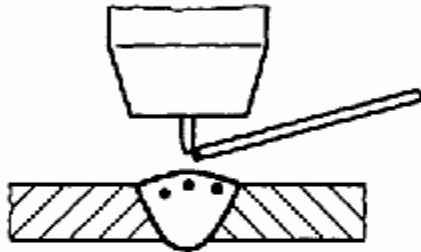
Tungsten kalıntılarının nedenleri



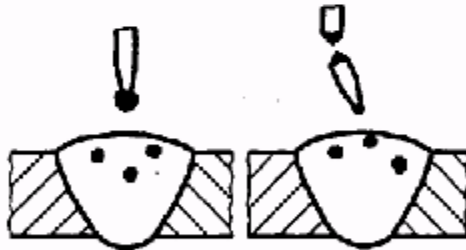
Tungsten kalıntıları kaynak dikiş bölgesinde çentik olarak etki eder. Yüzey bölgesinde ise korozyona yolaçar.



Sıcak tungsten elektrodun kaynak banyosuna değmesi.



Sıcak tungsten elektrodun kaynak teline değmesi

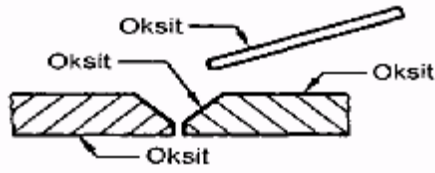


Tungsten elektrodun doğru akımda aşırı yüklenmesi (elektrod negatif-kutupta)

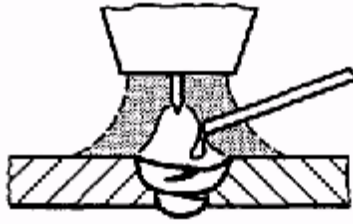


Alternatif akımda tungsten elektrodun aşırı yüklenmesi

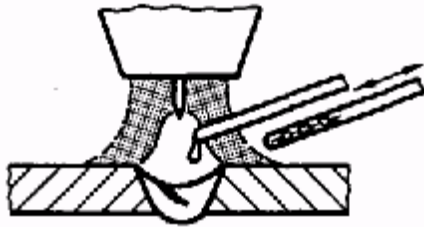
Tablo 3.7.

Oksit kalıntılarının nedenleri

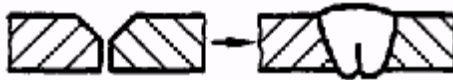
Kaynaktan önce oksitlerin, taşlama ve/veya fırçalama ile uzaklaştırılması gerekir. Alüminyum malzemelerde, oksitin erime sıcaklığı 2000°C'den yüksek olduğundan, bu temizlik özellikle önemlidir.



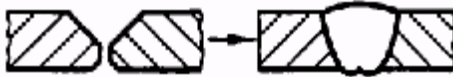
Ağız metalsei saflıkta değil, oksit taşıyan kaynak teli; her pasodan sonra yetersiz fırçalama.



Sıcak kaynak telinin hareketleri sırasında koruyucu gaz akış bölgesinin dışına çıkarılması



Kök aını çok yüksek olan yetersiz veya uygun olmayan kaynak ağız



Alüminyumun kaynağında kök kenarlarına pah kırılmalı.



Kök bölgesinde oksidasyon.

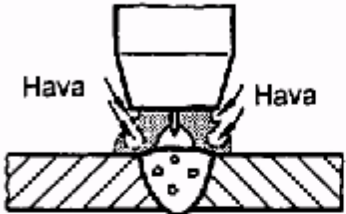
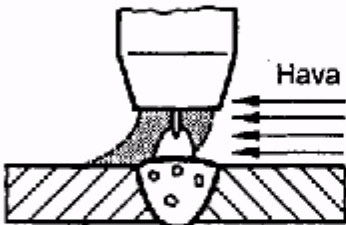
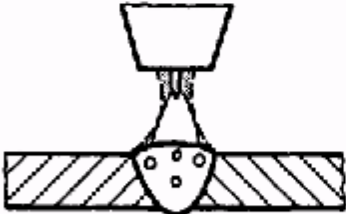
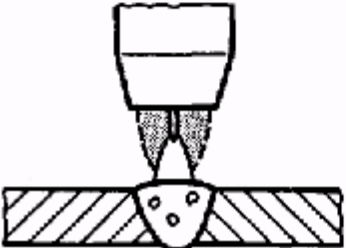


Özellikle düşük ve yüksek alaşımlı çeliklerde, kök koruyucu gazla koruma

Kök koruyucu gaz

Tablo 3.8.

Gözenek oluşumunun nedenleri (1)

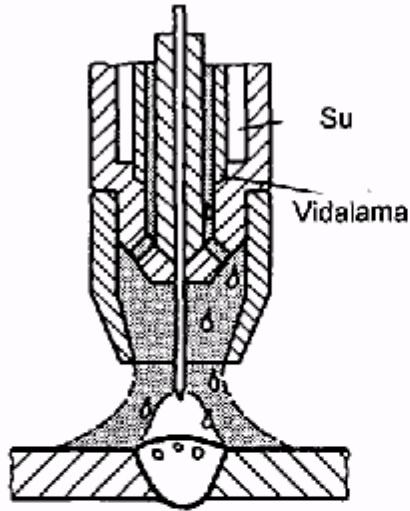
	Yetersiz miktarda koruyucu gaz
	Aşırı miktarda koruyucu gaz nedeniyle koruyucu gaz örtüsünün girdaplı olması.
	Koruyucu gaz örtüsünün, 1 m/s'nin üzerinde rüzgar hızı nedeniyle bozulması.
	Çok küçük gaz memesi Uygun değer: Gaz memesi çapı $\approx$ kaynak banyosunun genişliğinin 1,5 katı
	Çok büyük torç mesafesi

Tablo 3.9.

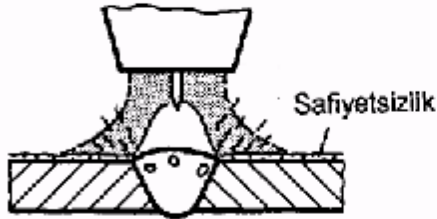
Gözenek oluşumunun nedenleri (2)



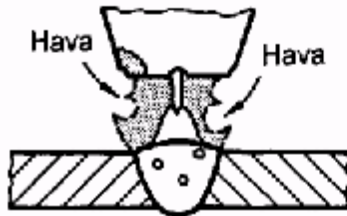
Torcun çok yatık tutuluşu nedeniyle havanın emilmesi



Su ile soğutulan torçlarda sızdırmazlıkların kötü olması sonucu koruyucu gaz içine su girmesi



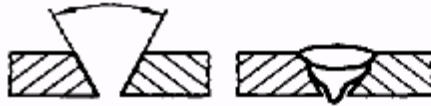
Kaynak dikiş bölgesinde toz, kir, yağ, koruyucu tabaka veya boya tabakası olması.



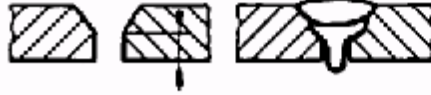
Koruyucu gaz akışının girdaplı olması ve bozulmuş gaz memesi nedeniyle havanın emilmesi.

Tablo 3.10.

Birleşme hatalarının nedenleri



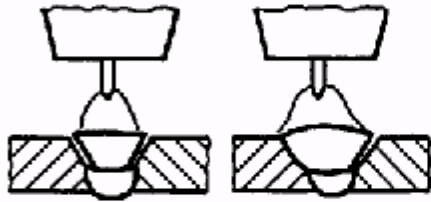
Yanlış ağız hazırlıkları
- çok küçük ağız açısı



- kök alın yüksekliği çok fazla



- kök aralığının kök yüksekliğine oranı çok küçük

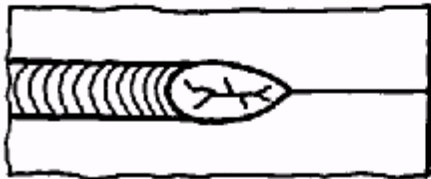


Çok hızlı kaynakta ve torcun merkezden kaçık tutulması nedeniyle yetersiz erimeler.



Uygun olmayan kaynak paso düzeni

Uç krater çatlaklarının nedenleri



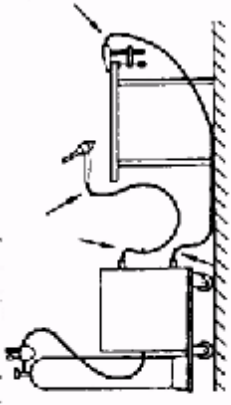
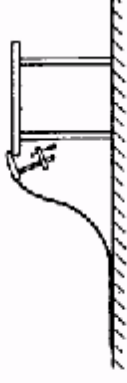
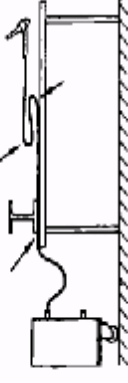
Kaynak akım şiddeti çok yüksek

Kaynak hızı çok düşük

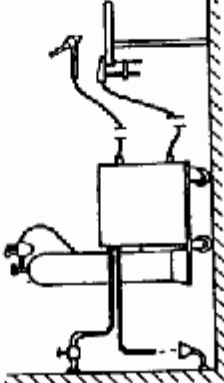
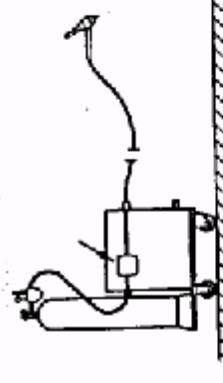
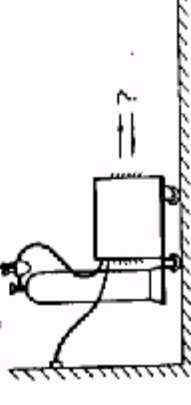
Uç krateri ilave telle yeterli miktarda doldurulmamış



Tablo 3.11.

TIG-kaynak makinasındaki bozulmalar - Nedenleri ve sonuçları (1)	
Yapı elemanı	Bozulma nedeni
Hortum paketi;	
Parça kaynak akım kablosu (toprak kablosu)	
	
Parça klemensisi	
	
Hortum paketi;	
Koruyucu gaz sevki	
Soğutma suyu sevki	
	
Sonucu	
Kararsız ark;	
Kopma bölgesinde yamış yerler	
Gapış direnci çok yüksek ve düzensiz ve bu nedenle Arkın tutulmaması ve yansı sırasında zorluklar.	
Kaynak bölgesinde yetersiz koruyucu gaz miktar ve bu nedenle gözerek oluşumu	
Su ile soğutulan torçlar yeteri kadar soğutulamaz dolayısıyla aşırı ısıdır ve hasar görür.	

Tablo 3.12.

TIG-kaynak makinasındaki bozulmalar - Nedenleri ve sonuçları (2)		
Yapı elemanı Soğutma suyu sevki		
Bozulma nedeni	Soğutma suyu sevkinde safiyelemsizlikler	Sonucu Torçtaki soğutma suyu kanalı tıkalı, torç aşın ısınıyor. (Soğutma suyu sistemindeki basınç yeterli görülmediğinden ve bu nedenle su debisi şartları atmadığından, bozulma genellikle çok geç farkedilir
Koruyucu gaz magnet ventili		Kaynakta önce, kaynak sırasında ve kaynakla sonra her tungsten elektrod hem de kaynak banyosu için yetersiz gaz koruması Doğru: Koruyucu gaz miktarı
Soğutucu hava vantilatörü		Kaynak akım şiddeti
Ön ve art akış süreleri, yeteri kadar uzun ayarlanmamış; Fonksiyon hatalı (magnet ventili sıkışmış ve düzensiz hareket ediyor)	Vantilatörün dönüş yönü ve dokeyısıyla hava üfleme yönü yanlış	

3.7. TIG Orbital - Kaynağı

3.7.1. Yöntemin Esası

Mekanik kaynak yöntemleri, boru-boru veya boru-gövde birleştirmelerinde genellikle kalite, yeniden üretilebilirlik, verimlilik ve maliyet avantajlarına sahiptir. Birleştirilecek parçalar kaynak sırasında hareket ettirilebiliyorsa, genellikle cihazı taşıyan veya portal döndürme masaları veya döner sehpa gibi basit düzenekler tavsiye edilir. Eğer boru, konumu, formu, boyu, ağırlığı veya stabilitesi gibi faktörler bakımından kıpırdatılamaz durumdaysa, kaynak torcunun uygun bir kaynak düzeneği yardımıyla parçaya yaklaştırılması gerekir. Bunun için en iyi örnek torcun bir yörünge (latince: orbit) boyunca boru çevresinde döndürülmesidir. Bu yöneme **orbital kaynak** denilmektedir.

Düz saçların boylamasına kaynağında işlem parametrelerinin doğru seçimiyle sıcaklık dengesi oluşturulabilmesine rağmen, bir boruda yuvarlak dikişlerin çekilmesi sırasında bu denge bozulur ve her zaman sıcaklık daha yüksek olur. Tek bir orbital kaynakta tüm pozisyonlar (oluk pozisyonu, düşey pozisyon, tavan pozisyonu, dikey pozisyon) sırayla gerçekleşmektedir. Bu nedenle akışkan haldeki erimiş banyonun sürekli değişen yerçekimi kuvvetine karşı her pozisyonda dengede tutulması gerekir. İşlem süresince ısı girdisinin azaltılması da çok önemlidir. TIG kaynağı, bu tür bir işlem için en uygun yöntemdir ve bu nedenle Orbital kaynağa en iyi uyumu sağlamıştır.

3.7.2. Orbital Kaynak Donanımı

Bir orbital kaynak donanımı, bir kaynak makinasından, bir kaynak kafasından (torç ve yörünge aparatı) ve gerektiğinde bir tel ilerleme ünitesinden ibarettir. Kaynak makinası, akımı üretir, proses boyunca gerekli kontrol ve ayar elektroniğini ve bir soğutma sistemini sağlar. Uzaktan kumanda, kaynakçıya kaynak kafasının hareketini ve kafa basıncını uzaktan kontrol ve kaynak çevrimini başlatma ve bitirme olanağı sağlar. Kaynak makinası ile kaynak kafası arasındaki bir hortum paketi, elektrik akımı, gaz ve soğutucu maddenin dağıtımını sağlar ve düzenli bilgi akışını garanti eder. Dengeleme ağırlıkları, kaynak kafasının konuşturılmasını ve hareketini kolaylaştırır.

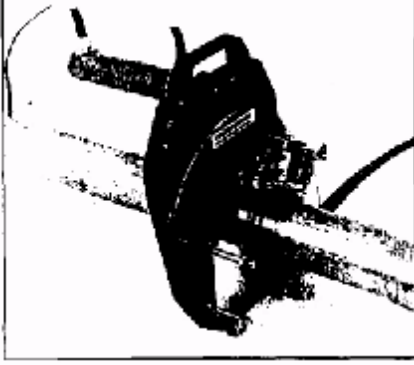
3.7.2.1. Kaynak Kafası

8 ila 220 mm arasında dış çaplı, boruların birleştirilmesinde kullanılan kaynak kafaları, normal şartlarda açık orbital kısaç selinde düzenlenmiştir (Şekil 3.26).

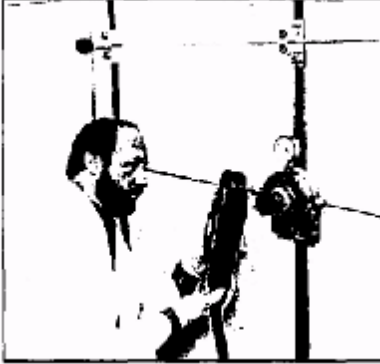
Boruların cidar kalınlıkları, ilave malzeme olmaksızın tek pasoda alın kaynağı yapılabilir veya 3,5mm'nin üzerindeki cidar kalınlıklarında U ağız hazırlanarak soğuk tel ilaveli çok pasolu kaynak yapılabilir.

Özellikle yüksek değerli kaynaklı bağlantılar, kapalı kaynak kısaçlarıyla üretilir (Şekil 3. 27).

iahrbuch 95 sf 103



Şekil 3.26. Açık orbital kaynak kıskaçtı, kaynağa hazır bir boru birleştirme



Şekil 3.27. Kapalı orbital kaynak kıskaçı ile bir saf gaz dağıtım borusunun kaynağı

Bu tür kıskaçlar, birleştirilecek boruların dikiş bölgesine uyarlar ve koruyucu gazın üflendiği bir kamara ile bütünleşiktirler. Bu durum, havanın temas edemediği, ideale yakın bir gaz koruma formu oluşturur. Kapalı kaynak kafaları, özellikle elektronik endüstrisinde chip imalatı için saf gaz dağıtım hatlarının kalitesinde beklenen son derece yüksek talepleri karşılamak üzere geliştirilmiştir. Kapalı kaynak kafaları standart olarak 1,6 ila 177 mm boru çapları için üretilmiştir ve genel olarak ilave malzeme kullanılmayan kaynak işlemlerinde kullanılmaktadır.

Birleştirilecek boru çapı 220 mm'den büyükse, uygun orbital kıskaç bulmak zorlaşmakta ve bu büyüklükte bir kıskaçın uygun şekilde konuşlandırılması çok zor olmaktadır. Bu durumda boruların gerdirilmiş kelepçelerle tesbit edilmesi gerekmektedir. Kaynak atelyeleri çok modern ve genellikle

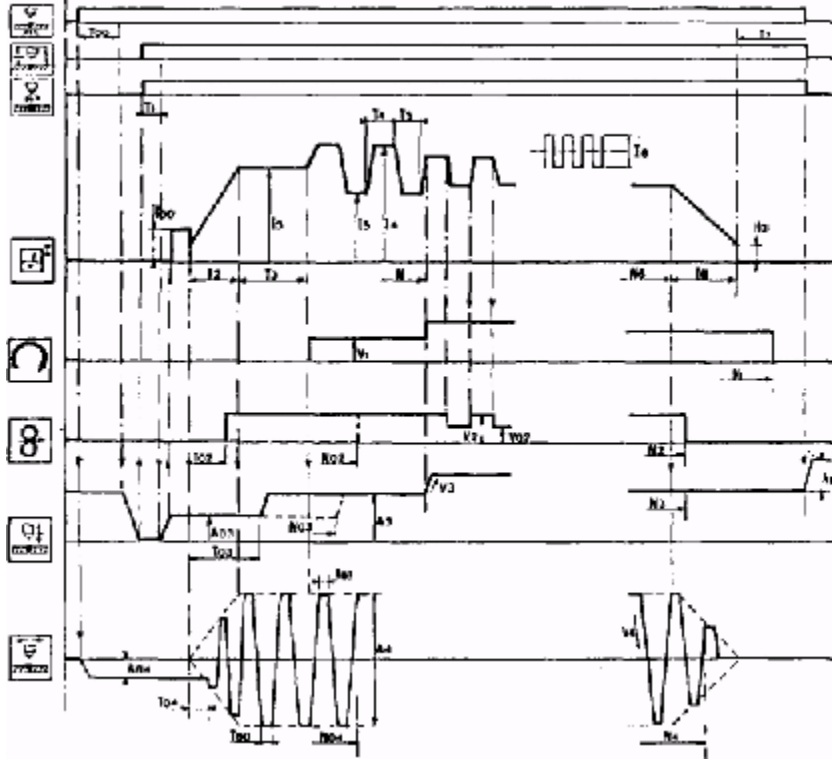
video kamera, ultrasonik muayene probu veya diğer muayene ve kontrol cihazlarına sahip olmaktadır.

Orbital teknik sadece boru-boru bağlantıları için değil, aynı miktarda, çok sayıda boru-gövde bağlantısının bulunduğu kazan ve ısı eşanjörü imalatında da hızlı,

güvenilir ve ekonomik olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Burada kullanılan orbital kaynak kafaları, her gerekli mekanikleştirme derecesine uyumlu olmakta, farklı gergi ve fikstürlere kolaylıkla tesbit edilebilmektedir.

3.7.2.2. Akım Üreteçleri

Orbital teknik için üretilen akım üreteçleri sadece kaynak işlemi için enerji üretici olarak değil, ayrıca toplam kaynak çevriminin biriktirme, kontrol ve gözlemi için de gerekli niteliklere sahiptir (Şekil 3.28).



Şekil 2.38. Bir orbital kaynak çevriminin grafik gösterimi; üstten itibaren: şekillendirici gaz, çevresel gaz, kaynak gazı, kaynak akımı, torç döndürme hareketi, tel ilerlemesi, AVC(otomatik ark kontrolü), salınım hareketi.

TIG-orbital kaynak makinasının Şekil 2.38'de gösterilen şekilde programlanması gerekir. Bunun için kaynak makinasına entegre mikroişlemciler olduğu gibi, makinadan ayrı bir kişisel bilgisayar aracılığıyla da programlama yapmak mümkündür. Kaynak akım dağıtımı, tristor, transistor veya

inverter tekniğiyle çalışan kaynak makinaları aracılığıyla yapılır. Tristor akım üreteçleri nisbeten daha pahalıdır ve normal uygulama için yeterli hıza sahiptir, inverter akım üreteçleri çok daha hafiftir ve küçük bir hacim işgal ederler.

3.7.2.3. Tel İlerletme Ünitesi

Klasik orbital kaynakta tel şeklindeki ilave malzeme kullanılır ve bir iletme ünitesi içinden erimiş banyodaki arkın önüne getirilir. Kullanılan ilave tel, ark iletmeyle kendisi soğuk tel olarak bulunur.

Doğru tel ilerleme hızı, orbital kaynakta önemli bir rol oynar. Tel ilerleme ünitesi kapalı bir ayar devresi içinde bulunur.

3.7.2.4. Kaynak İşlemi

Boru-boru bağlantıları çelik malzemelerde ilave tel olmadan 3,5 mm'ye kadar tel pasolu olarak birleştirilebilir. Boru uçları temiz ve dik açılı kesilmiş olmalıdır. Daha büyük cidar kalınlıkları, tercihan U formunda bir ağız hazırlığı ve ilave tel ünitesi gerektirir. Gerilime bağlı ark yüksekliği kontrolü (AVC- Arc Voltage Control: Ark Gerilim Kontrolü), kaynak işlemi sırasında ilave tel ile parça arasındaki mesafenin sabit tutulabilmesini sağlar. Böylece çok pasolu dikiş oluşturmada kaynak çevrimi kesintiye uğramaz veya elektrod mesafesinin elle ayarlanmasına gerek kalmaz. Dolgu ve kapak pasolarında bir salınım hareketi gerekir. Bu işlem TIG torcunun daha geniş ve eşölçülü ve yanma oluşu olmayan bir kapak paso oluşturmada mümkün kılabilir.

Orbital kaynak kafasının parça üzerine konuşturulmasından ve gerektiğinde hortum paketinin hareketinin kontrolünden sonra, kaynak çevrimi başlatılır. Önce şekillendirici gaz ventili, borunun kaynak ağız bölgesinin içten korunması için açılır. Kaynak torcu parça üzerinde elektromotorlu olarak hareket eder. Elektrodun yüzeye hafifçe temasıyla elektrod mesafesi için sıfır referansı tesbit edilir. Torç daha sonra parçadan önceden programlanmış mesafesine geri gelir; ark, yüksek gerilim impulsları yardımıyla tutuşturulur.

Arkın kararlı hale gelmesinden sonra ön erime fazı sırasında yeterli bir erimiş banyo oluşur. Dönme hareketiyle impulsu kaynak akımı ve gerekiyorsa ilave tel hareketi başlar. Dikiş başlangıcından itibaren yavaş yavaş yaklaşık 360° döndükten sonra tel durur, akım yavaş yavaş azalır ve dönme hareketi durur. Koruyucu gaz akışı kesilir bu şekilde kaynak dikiş bölgesi yeterli derecede soğutulmuş olur. Çok pasolu kaynak sırasında kaynak çevriminin tekrar başlaması için ilave program değişiklikleri yapılabilir veya tamamen değiştirilebilir.

3.7.2.5. İşlemin Ekonomikliği

Orbital kaynak, parçanın döndürülemediği veya kaynak yerine zor ulaşılan durumlarda boru-

boru veya boru-gövde bağlantılarının mekanize ve yüksek kaliteli şekilde kaynak edilebilmesini sağlar. Verimlilik, kalın saçların kaynağında sıcak tel tekniği de dahil edilerek önemli derecede yükseltilebilir.

4. BÖLÜM

GAZALTI METAL ARK (MIG/MAG) KAYNAĞI

4.1. Giriş

MIG kaynağının esas gelişimi, 1947 yılında ABD'de ilk satın alınabilir kaynak makinalarının üretilmesiyle başlamıştır. O tarihte yöntem S.I.G.M.A (Shielded Inert Gas Metal Arc) olarak adlandırılmakta ve bugünkü MIG kaynağı ile aynı anlamda kullanılmaktaydı. Karbondioksit koruyucu gaz olarak ilk defa Rusya'da 1952 yılında denenmiş ve bugünkü MAG kaynağı başlamıştır. Argon o zamanlar çok pahalıya mal olduğundan bu yöntem ilk olarak alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerin kaynağı için yerleşmiştir.

CO₂ altında kaynaktaki sıçrama oluşumu, kısa arkla kaynak olarak bilinen tekniğin gelişmesine yol açmıştır. Gazaltı Metal Ark Kaynağının bu daha sonradan gelişen değişik uygulaması, karbondioksit altında da hemen hemen sıçramasız kaynak yapılmasını sağlamış ve özellikle ince saçların birleştirilmesi, kök pasolarının kaynağı ve zor pozisyonlardaki kaynaklar için uygun olmuştur.

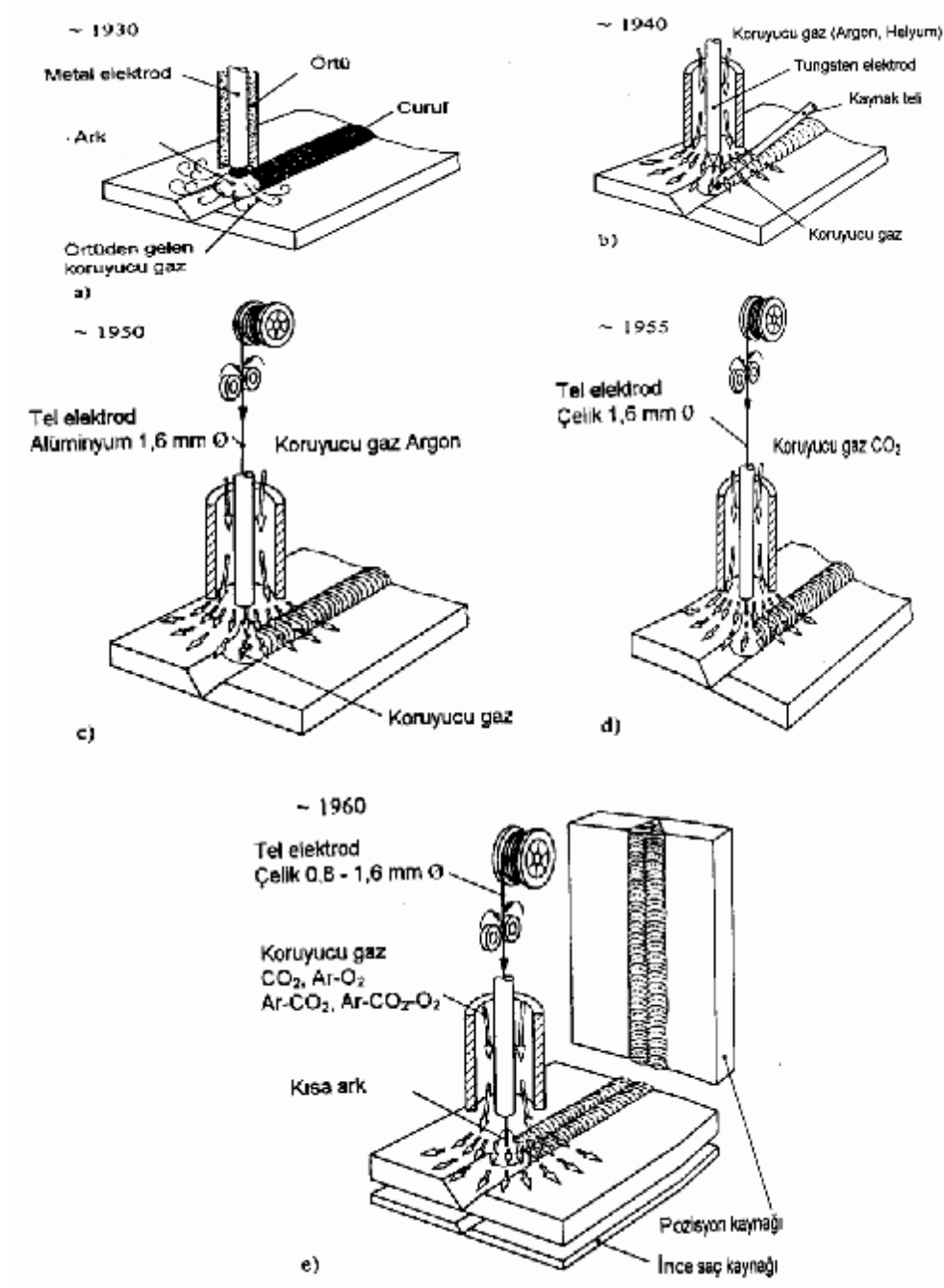
Argon fiyatlarının 60'lardan itibaren düşmesiyle karışım gazlar -ilk olarak da argon ile karbondioksit karışımı- kullanılmaya başlanmıştır. Saf karbondioksit'e kıyasla daha pahalı olmasına rağmen karışım gazlar çok gelişmiştir ve günümüzde MAG kaynağında kullanılan koruyucu gazların hemen hemen % 80'i karışım gazdır.

Şekil 4.1'de koruyucu gaz kaynak yöntemlerinin yıllara göre gelişimi gösterilmiştir.

Bilinen tüm eritme kaynak yöntemleri kullanılarak birleştirilmiş dikişler arasında gazaltı metal ark (MIG/MAG) kaynağı ile yapılan kısmı, % 70'lik bir bölümünü oluşturmaktadır ve gelişimini sürdürmektedir.

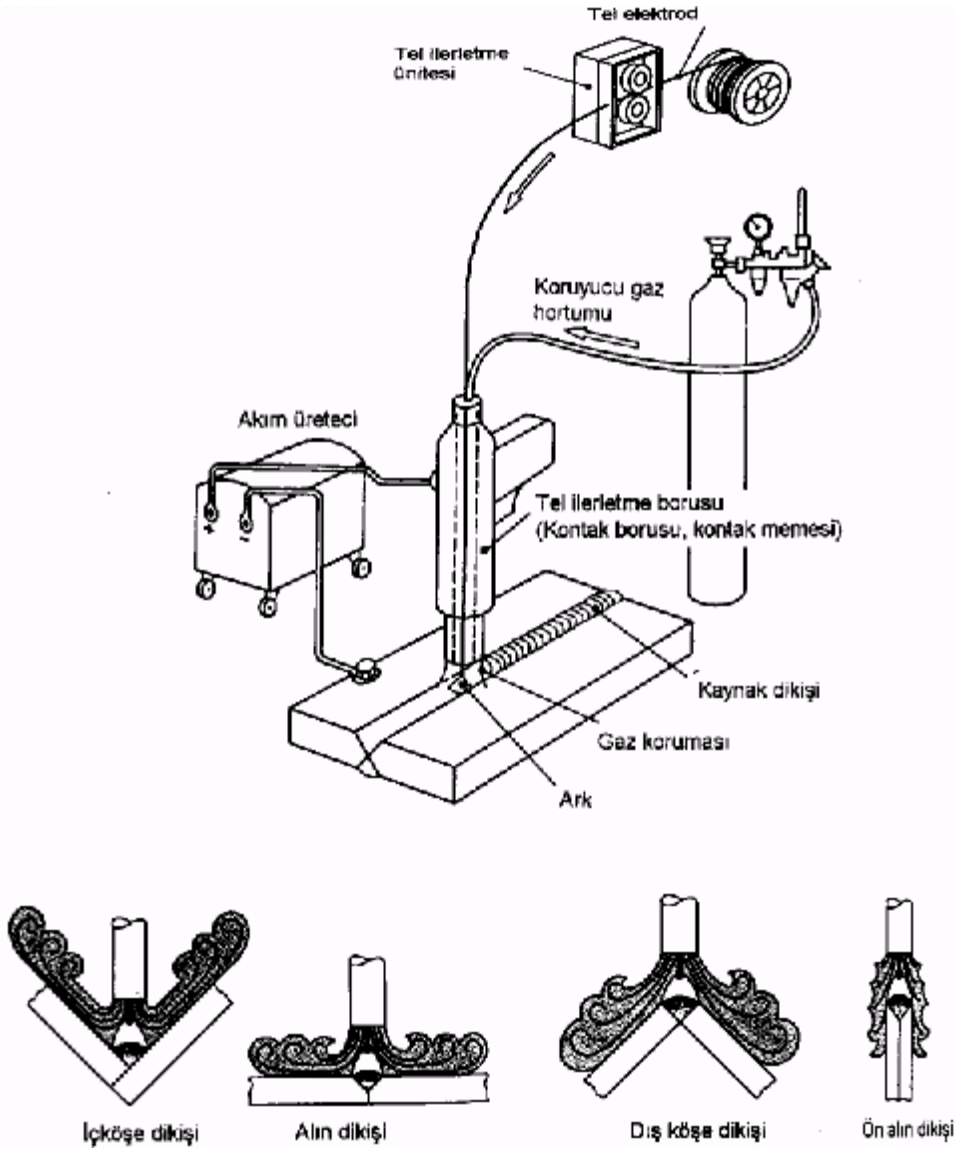
4.2. Yöntemin Prensibi

MIG/MAG Kaynağında ark, aynı zamanda ilave tel görevi yapan eriyen bir elektrod ile iş parçası arasında yanar. Koruyucu gaz ya argon, helyum gibi bir inert gaz ya bunların karışımı (MIG) veya aktif bir gazdır (MAG). Koruyucu gaz, örneğin CO₂ -kaynağında (MAGC-yöntemi), karbondioksit'ten veya Karışım Gaz Kaynağında (MAGM-yöntemi) inert gazla aktif gazların karışımından oluşan bir karışım gazdır.



Şekil 4.1. Gazaltı ark kaynak yöntemlerinin yıllara göre gelişimi

Şekil 4.2, yöntemin prensip şemasını vermektedir. "Uçsuz" elektrod bir tel iletme mekanizması yardımıyla bir tel makarasından akım kontak borusuna gelir. Serbest tel ucu nispeten kısadır; böylece ince elektroda yüksek akım şiddeti ($> 100 \text{ A/mm}^2$) uygulanabilir. Kaynak makinasının kutuplarından biri elektroda diğeri de parçaya bağlanır; böylece ark, eriyen elektrod ile parça arasında yanar. Elektrod aynı anda hem enerji taşıyıcı ve hem de kaynak ilave metali görevi yapar. Koruyucu gaz elektrodun eşeksenli olarak bulunduğu bir memeden akar ve arkı, eriyen damlaları ve arkın altındaki erimiş banyoyu atmosferin etkisinden korur.



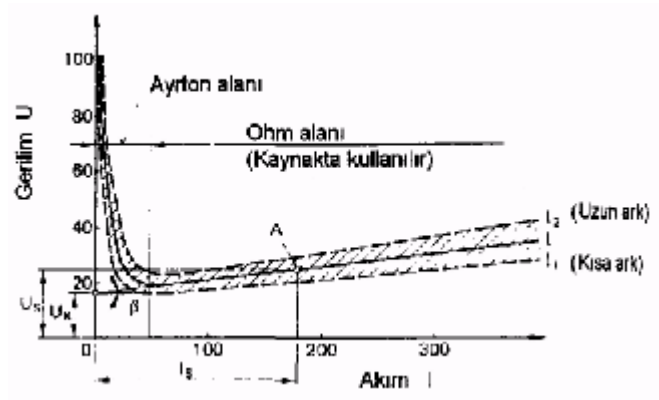
Şekil 4.2. MIG/MAG kaynağının prensip şeması

4.3. MIG/MAG Kaynağında Kullanılan Kaynak Akım Üreteçleri

MIG/MAG kaynağında esas olarak, elektrodun pozitif kutba bağlandığı doğru akımla kaynak yapılır. MIG/MAG kaynağında kullanılan kaynak makinaları olarak önceleri kaynak jeneratörleri kullanılmışna rağmen günümüzde esas olarak hafifçe düşen yatay karakteristiğe sahip kaynak redresörleri kullanılmaktadır.

4.3.1. Ark Karakteristiği

Ark karakteristiği, ark gerilimi ile ark akımının birbirine göre değişimidir. Şekil 4.3'de gösterildiği gibi, ark karakteristiği iki alandan oluşur. İlk alan, Ayrton alanı olarak adlandırılır ve bu alanda düşen bir karakteristik davranışı vardır; bu alanda akım şiddeti arttıkça gerilim düşer. İkinci alan ise Ohm alanıdır; bu alanda akım arttıkça gerilim de artar. Kaynak tekniğinde arkın bu bölgesi kullanılır. Ark plazması içinde gerilim, uzunlukla doğru orantılı olarak değişir. Bu nedenle uzun bir ark, aynı akım şiddetindeki kısa bir arka göre daha yüksek bir gerilime sahiptir. Aynı şekilde, aynı ark geriliminde arkın boyu ne kadar kısa ise akım şiddeti de o derece yüksek olur.



Şekil 4.3. Arkın karakteristiği

Tablo 4.1'de gazaltı ark kaynağında çeşitli arkların sıcaklıkları verilmiştir.

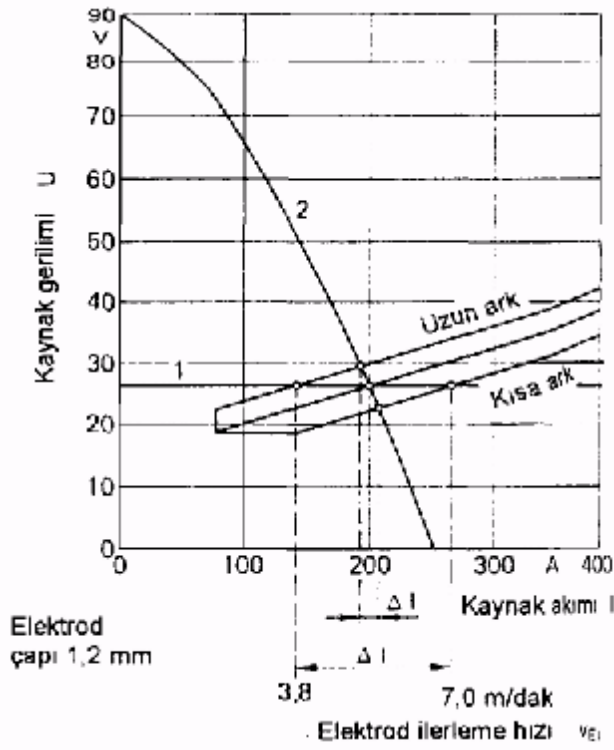
Tablo 4.1. Farklı koruyucu gazlar halinde gazaltı kaynak arkının sıcaklıkları.

Sıcaklık noktası	Sıcaklıklar °K		
Ark plazma türü	Ark huzmesinin ekseninde	Elektrodda	Eriyen damlada
Argon atmosferi altında çelik tel elektrod	(> 8000)	(≤ 3000)	≈ 2800
Hidrojen atmosferi altında tungsten elektrod	4000 ... 5000	3000	-
Argon atmosferi altında tungsten elektrod	10000 ... 30000	3000 ... 3200	-
Parantez içindeki değerler kesin değildir.			

4.3.2. MIG/MAG Kaynak Makinalarının Karakteristiği

Gerekli Δi -ayar (iç ayar) nedeniyle kaynak makinaları sabit gerilim karakteristikli veya hafifçe düşen statik karakteristiklidir (örneğin kaynak geriliminin 2V düşmesinde akım şiddeti 100 A artar). Yatay karakteristik, başka bir üstünlüğe daha sahiptir. Karakteristik eğrisi ne kadar yataysa yapılabilen ark boyu değişimlerinde akım şiddetinin ulaşılabilen ayar bölgesi o derece büyük olur. Şekil 4.4, Δi -ayarının düşen ve yatay makina karakteristikleri ile ark karakteristik bölgesinin kesişimlerini göstermektedir. Düşen karakteristikte (2) gösterilen bölgede ark boyundaki değişim, akım şiddetinde sadece 15 A'lık bir değişimi mümkün kılarken yatak karakteristikte (1) bu bölgede akım şiddetinde 130 A'lık bir değişim gerçekleştirilebilmektedir. Aynı şekilde, düşen karakteristikte ark boyundaki bir artış 8 V'luk bir değişime yol açarken sabit gerilimi karakteristikte doğal olarak bir değişim meydana gelmemekte ve hafifçe düşen karakteristikte de bu değişim çok az olmaktadır.

Kaynak akım üreticinin hassas şekilde ayarlanabilmesi gerekir. Bir redresörün ön kısmında kaba ayar için bir anahtar bulunur. Bununla ayar yapıldıktan sonra ikinci ayar anahtarıyla hassas ayarlama yapılır. Tristor veya transistor bulunan akım üreteçlerinde kademesiz ayar yapmak da mümkündür.

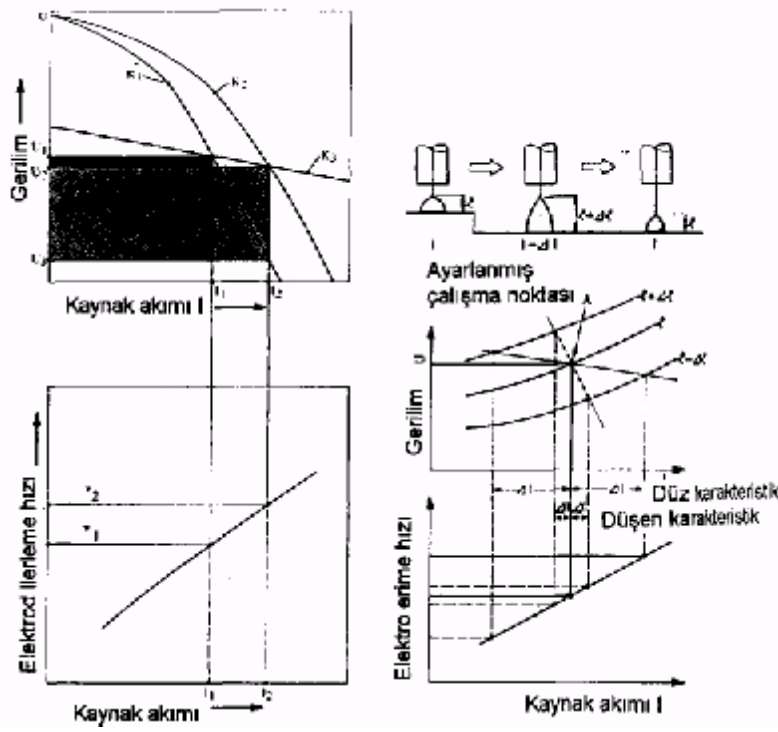


Şekil 4.4. Farklı makina karakteristikleri ile ark karakteristik bölgesinin kesişimi
(tel elektrod çapı 1,2 mm)

Hafifçe düşen statik karakteristiktir. Akım üreteçlerinde iç ayar olarak adlandırılan özellik sayesinde (Şekil 4.5), kaynak esnasında muhtemel ark boyu değişimleri, kendiliğinden düzelir. Normal şartlarda kaynak akımı ile ark gerilimi denge halindedir. Kaynak esnasında herhangi bir nedenle ark boyu uzadığında ark gerilimi artar. Ark geriliminin artması akım şiddetinin azalmasına yol açar. Tel elektrod kaynak bölgesine sabit hızla geldiğinden akım şiddetinin azalması:

$$U = I \cdot V \quad (4.1)$$

eşitliği uyarınca eritme gücünün azalmasına neden olur. Erime gücünün azalması da, sabit hızda ilerleyen telin parçaya doğru yaklaşmasını yani ark boyunun, diğer bir deyişle ark geriliminin, azalmasına yol açar. Ark geriliminin düşmesi, yine statik karakteristik gereği akım şiddetinin yükselmesine yol açacağından erime gücü artar ve tel daha fazla erir. Böylelikle tel boyu kısalmış ve ark boyu eski değerine ulaşmış olur.



Şekil 4.5. Hafifçe düşen statik karakteristiktaki akım üreteçlerinde Δi -ayan.

Bu olaylar, kaynakçının ark boyundaki uzamayı fark etmesi ve düzeltmesi için gerekenden daha kısa sürede gerçekleştiğinden, kaynakçının elle elektrik ark kaynağına oranla MIG/MAG kaynağında daha rahat ve kolay çalışması sağlanmış olur.

Kaynak sırasında sıçramaların esas nedeni olan, kısa devre fazında aşırı akım yükselmesinden kaçınmak için akım üreteçleri, kısa devre akımının yükselmesini yavaşlatan endüktans bobinli olarak imal edilir. Bu durum özellikle kısa ark boyuyla çalışırken kesin bir kaynak yapabilmek bakımından önemlidir.

Bir koruyucu gaz donanımının seçilmesinde akım üreticinin uygun güçte olmasına dikkat edilmelidir. Makinanın üzerine asılı tip plakasında çoğunlukla % 60 ve % 100 ED'de (Devrede Kalma Süresinde) müsaade edilen akım şiddetleri yazılıdır. Bu sürelerin 10 dakika için geçerli olduğuna dikkat edilmelidir. 10 dakika aralıksız kaynak yapıldığında ancak tanıtıcı plaka üzerinde % 100 ED için yazılı maksimum akımın kullanılabilmesi mümkündür.

DİKKAT:

Cihazın üzerinde, devrede kalma süresi (ED) değerlerinin yazılı olduğu güç plakasına dikkat ediniz ve bu

değerlerin I O dakikalık bir çalışma çevrimi (cihazın yüklenmesi ve ısınması - boşla çalışması ve soğuması) için geçerli olduğunu göz önünde bulundurunuz. Uygun güçte cihazları satın alınız.

ÇÜNKÜ:

Örnek olarak % 60 Fil) (devrede kalma süresi) 'de 350 A'lık bir en yüksek müsaade edilebilir akımın anlamı, müsaade edilen üst sıcaklık sınırı aşılmaksızın K) dakikalık çalıştırmada 350 A vereceğidir (bu 10 dakikanın % 60'ı yani 6 dakikası kaynak işlemi, kalan 4 dakikası ise boşta çalışına sırasında soğuma için geçer). Soğuma süresi aralığına düzenli olarak dikkat edilmezse -bu durum özellikle gazaltı kaynağında oluşur- belirli bir çalışma süresinden sonra müsaade edilen üst sıcaklık sınırı aşılır. % 100 devrede kalma süresinde sürekli olarak en yüksek müsaade edilen akımla çalışırken bu durumdan kaçınılmalıdır. **10 dakikalık çevrim, 1991 yılında başlamıştır. Bu tarihten daha eski cihazlar için 5 dakikalık çevrim geçerlidir.**

DİKKAT EDİLMEZSE:

Aralıksız çalışmada cihaz müsaade edilmeyen ısınma nedeniyle kendi kendine kapanır. Eğer cihazda bir termosviç yoksa, aşırı ısınma nedeniyle transformatör sargıları hasar görür.

GÖSTERİM:



MIG/MAG kaynağında hatasız bir kaynak dikişi elde etmek için her şeyden önce düzgün ve aynı hızda bir tel ilerlemesinin sağlanması gerekir. Telin ilerlemesi, makinanın çeşitli elemanlarından etkilenir.

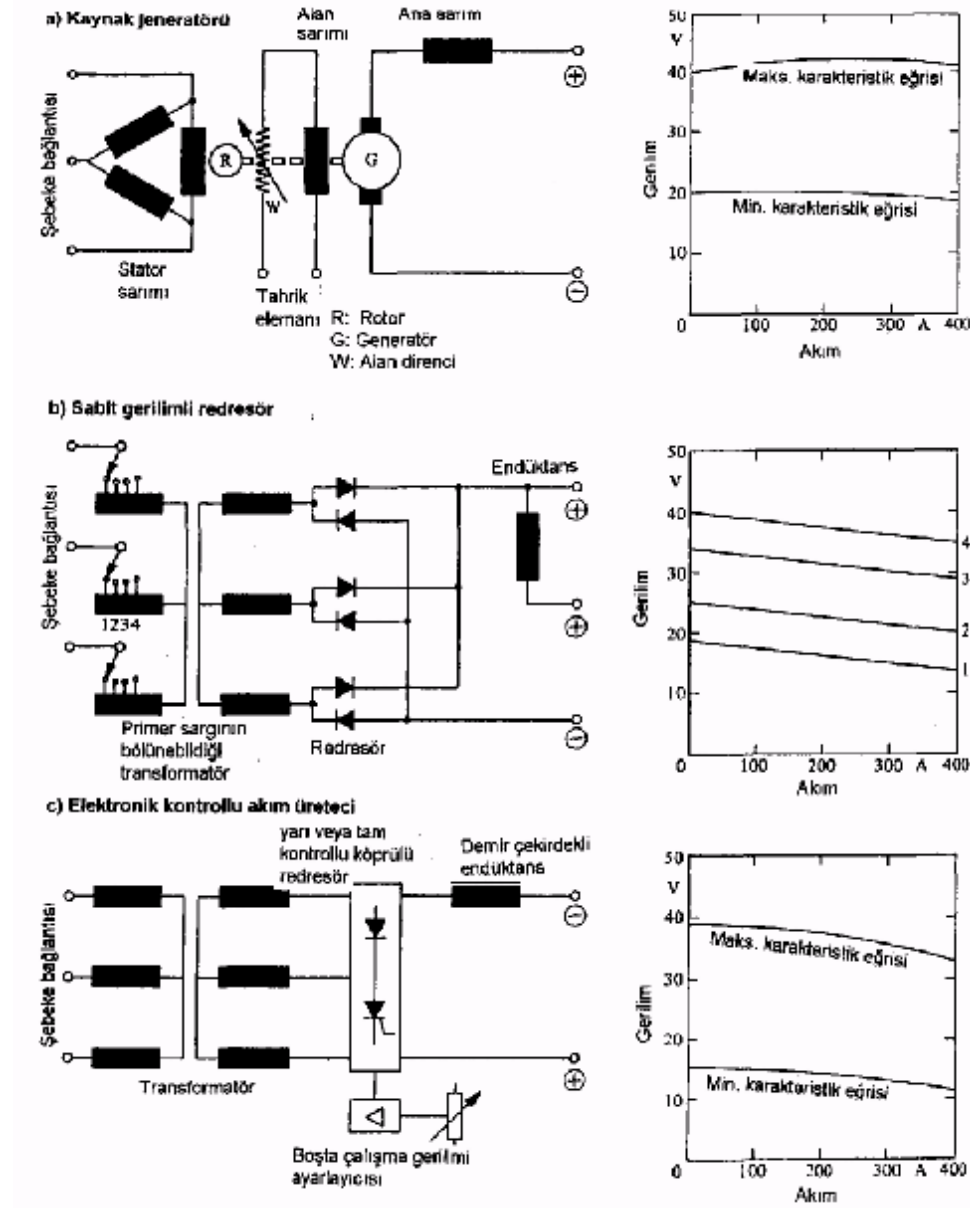
Tablo 4.2'de kaynak akım üreticinin plakasının nasıl yorumlanması gerektiği verilmiştir.

Tablo 4.2. Kaynak akım üreticinin tip plakasının yorumu

Tel elektrodun yüklenme bölgesi						
Tel elektrod çapı mm	Kaynak gerilimi V		Kaynak akımı A		Eritme gücü kg/saat	
0,8	14 ... 26		50 ... 220		0,8 ... 3,4	
1,0	16 ... 27		60 ... 260		1,2 ... 4,8	
1,2	17 ... 32		80 ... 320		1,5 ... 6,3	
1,6	19 ... 35		100 ... 460		2,5 ... 7,5	
Akım üreticinin tip plakası						
			Tel elektrod çapında maksimum kaynak akım değeri			
	A	V	0,8 mm A	1,0 mm A	1,2 mm A	1,6 mm A
MAG 220						
% 100 ED	170	24	-	-	-	-
% 60 ED	220	26	220	-	-	-
MAG 270						
% 100 ED	220	26	220	-	-	-
% 60 ED	270	27	220	260	-	-
MAG 350						
% 100 ED	300	31	220	260	-	-
% 60 ED	350	32	220	260	320	-
MAG 500						
% 100 ED	450	34	220	260	320	-
% 60 ED	500	35	220	260	320	460

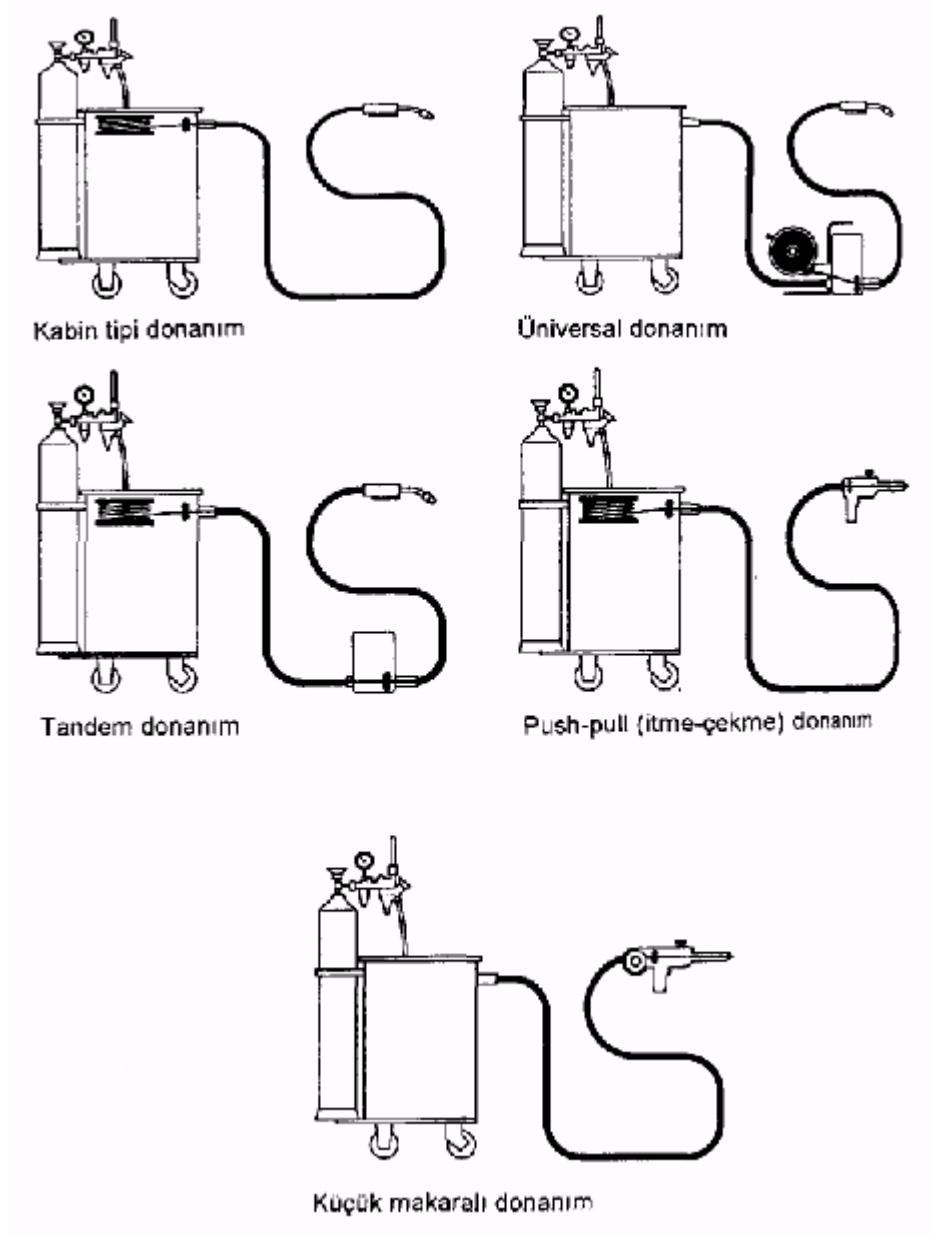
4.3.3. MIG/MAG Kaynak Donanım Türleri

MIG/MAG kaynağında hepsi de doğru akım veren üç temel tip akım üretici kullanılır. Bunların devre şemaları Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. MIG/MAG akım üreteçlerinin şemaları ve karakteristikleri

MIG/MAG kaynak donanımları başlıca 5 tipten oluşur. Bunlar kabin tipi, üniversal tip, tandem tip, **push-pull (itme-çekme)** tipi ve küçük makaralı tiptir. Şekil 4.7'de bu beş tip gazaltı kaynak donanımı gösterilmiştir.



Şekil 4.7. MIG/MAG kaynak donanımları

Kabin tipi donanım kompakt donanım olarak da bilinir. Bu donanımda tel iletme ünitesi akım üretici ile aynı muhafaza içindedir. Kaynakçının kaynak yapabildiği ortamın çapı, hortum paketinin uzunluğu ile sınırlıdır ve bu tür cihazlarda bu çap 3 metredir. Kalın tellerde bu ölçü 4 m'ye çıkabilir.

Üniversal donanım, tel iletme ünitesini genel olarak akım üreticinin üzerinde taşır. Ancak 5, 10 veya 20 metrelik bir ara kablo kullanımı halinde makinadan ayrı olarak da kullanılabilir.

Tandem donanım kullanılması halinde tel makarası akım üretici ile birlikte olup iletme ünitesi torca yakın yerleştirilir. Bu sayede kaynakçının işin gereklerine göre tel hızını daha pratik şekilde ayarlayabilmesine olanak sağlanmış olur.

Push-pull (itme - çekme) donanımı, akım üreticinde bulunan bir tel iletme motoruna ek olarak torç içinde ikinci bir tel iletme motoruna daha sahiptir. Birinci ünite telin itilmesini ve İkinci ünite de telin çekilmesini sağlar. Bu tip donanım, telin daha uzun mesafelere düzgün hızda beslenebilmesine olanak verir. Bu cihaz kaynak sırasında ince tellerin (0,6 mm) veya alüminyum gibi çok hafif tellerin kullanılmasını sağlar.

Küçük makaralı donanım özellikle torç içine örneğin çelikler için 0,5 kg'lık tel makarasının takılabildiği küçük bir tel besleme ünitesi ile çalışır. Bu nedenle bu cihaz, ince saçların ve alüminyumun ince tel elektrodlarla kaynağına özellikle uygundur.

DİKKAT:

Kaynak makinasını vinçle taşıırken gaz tüpünü ayırınız. Vinç kancalarının **tümünü** kullanınız. Sağlam halat kullanınız. Halatları mümkün olduğunca dik açılı haline getiriniz. Yüğü yerden yavaş yavaş kaldırınız ve yavaş yavaş indiriniz.

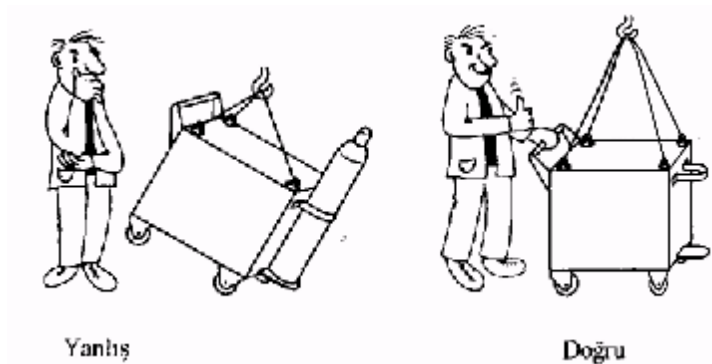
ÇÜNKÜ:

Vinç kancaları, kaynak makinası gaz tüpü yokken taşınacak şekilde düzenlenmelidir. Eğik asıldığında, muhtemel bir sarsılmada gaz tüpü aşağıya düşebilir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Cihaz kısmen veya tamamen hasar görebilir; mal ve can kaybına neden olabilir.

GÖSTERİM:



DİKKAT:

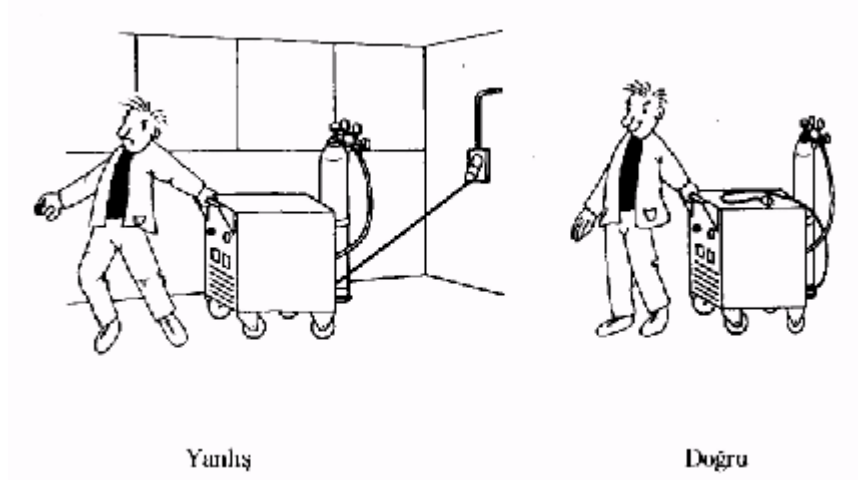
Kaynak makinasının yerini değiştirmeden önce makinaı elektrik geriliminden kurtarınız. Bunu yapmak için örneğin şebeke fişini prizden çıkarınız.

ÇÜNKÜ:

Şebeke kablosunun, şebeke geriliminden doğan tehlikelere karşı mutlaka korunması gerekir. Bir kaynak makinasının yer değiştirilmesi sırasında şebeke kablosu ezilebilir veya kopabilir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Şebeke geriliminden doğan tehlikeler (elektrik çarpma tehlikesi) ortaya çıkar. Problemin çözümü için hasarlı durumda şebeke kablosu değiştirilmelidir. Elektrikli parçalar üzerinde çalışmanın sadece, konunun tehlikelerinden haberdar ve gerekli koruyucu önlemleri almış, ilgili veya yetkili personel tarafından yapılması gerekir.

GÖSTERİM:**DİKKAT:**

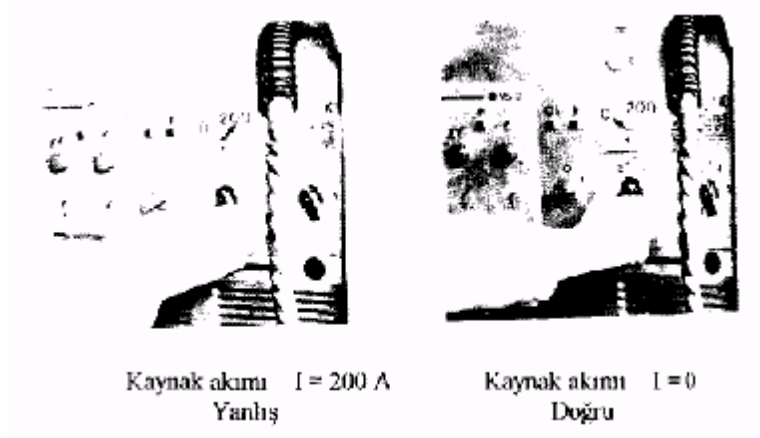
Kaynak makinasının kademe anahtarını yük altındayken çevirmeyiniz.

ÇÜNKÜ:

Bir kademe anahtarı yük altındayken çevrilirse, anahtar kontağının kesilmesi sırasında -akım akıyorken- ark yapabilir; kontak yüzeyleri hasar görür. Bu durumda, kablo sargısının ve dolayısıyla transformatörün yanmasına yol açan dengesiz akımlar oluşabilir. Hasarlı kademe anahtarı, makinanın gücünün azalmasına da neden olabilir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Kademe anahtarı hasarı oluşur; kaynak makinası çalışma aralığını ayarlayanla/. En kötüsü de, kablo demetinin ve transformatörün yanmasıdır. Problemin çözümü için elektrikçi veya yetkili tekniker tarafından hasarlı elemanların tamir edilmesi gerekir. Elektrikli parçalar üzerinde çalışmanın sadece, konunun tehlikelerinden haberdar ve gerekli koruyucu önlemleri almış, ilgili veya yetkili personel tarafından yapılması gerekir.

GÖSTERİM:**DİKKAT.**

Kaynak makineleri, işletme talimatnamesinde belirtildiği şekilde, düzenli aralıklarla, kuru ve yağsız basınçlı hava ile üflenmelidir. Cihaz açılmadan önce şebeke bağlantısı ayrılmalıdır.

ÇÜNKÜ:

Kaynak makinasının içinden emilen soğuk hava, transformatör sargıları, redresör plakaları, su pompası, soğutucu lameler veya serpantin boruları gibi iç parçalardan gelen tozları (ayrıca kaymalı yataklardan gelen metal tozlarını ve yağlanmış toz parçacıklarını da) emer. Ayrıca soğuk havanın giriş açıklıkları da kirlenebilir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Devre elemanlarının ve parçalarının yetersiz soğuması, gerilimin aşılma eğilimi veya sürünme akımları eğilimi ortaya çıkar. Devre elemanı türüne göre: Kontakların kirlenmesi nedeniyle kurnanda devre dışı kalabilir. Problemin çözümü için "Dikkatli" üfleme yapılmalıdır. İşlem sırasında açıkta bulunan devre koruyucularına ve şalterlere toz gelmemelidir, işletme şartlarına bağlı olarak kısa sürede kirlenmelerde işletme talimatnamelerine göre üfleme yapılmalıdır.

GÖSTERİM:



DİKKAT:

Kaynak makinası hiç veya doğru şekilde çalışmıyorsa, ilk önce şebeke priz kutusundaki dış hat geriliminin olup olmadığını ve prizdeki şebeke bağlantı kablolarının tümünün sabit şekilde bağlanıp bağlanmadığını kontrol ediniz.

ÇÜNKÜ:

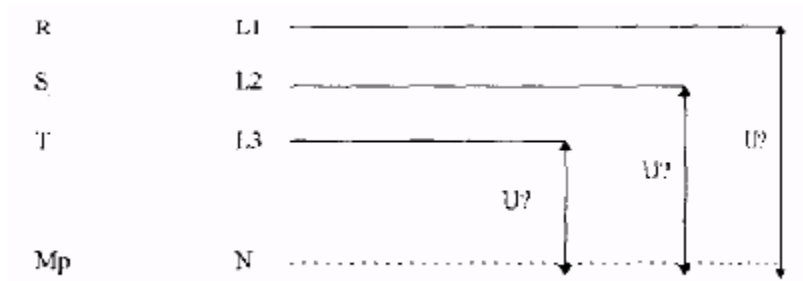
Bir kez daha vurgulanmalıdır ki, muhtemelen bozuk bir kaynak makinası halinde uzman teknikere haber verilmeli ve tamir ettirilmelidir. Sadece bir şebeke sigortası almış olabilir veya prizde veya kablolarda bir hata olabilir. Priz kablolarındaki hata, kaynak makinasının fişini başka bir prize takarak anlaşılabilir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Kaynak makinası çalışmaz veya hava veya su pompası çalışmaz veya sakın olmayan kaynak arkına yol açan düşük kaynak gücü meydana gelir. Problemin çözmek için atmış sigortayı yeniden bağlayınız, arızalı priz kutusunu, arızalı prizi, arızalı bağlantıyı tamir ediniz.

UYARI:

Elektrikli parçalar üzerinde çalışmanın sadece, konunun tehlikelerinden haberdar ve gerekli koruyucu önlemleri almış, ilgili veya yetkili personel tarafından yapılması gerekir.



DİKKAT:

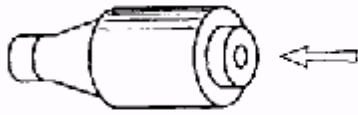
Şebekedeki veya cihazdaki sigortayı kontrol ederken, erime tipi sigortadaki renkli sigorta kafasının, sigorta atmış olsa bile tesadüfen dökülmeyebileceği göz önünde tutulmalıdır.

ÇÜNKÜ:

Bir cihazın bozulmasından sonra ilk adım, sigortanın kontrol edilmesidir. Renkli sigorta kafasının düşmemesi nedeniyle bir sigortanın hasarsızmış gibi görünmesinin mümkün olduğu göz önünde tutulmalıdır. Ayrıca şurası da vurgulanmalıdır ki, erime tipi sigorta atmış olmasına rağmen sigorta kafası yerinde kalabilir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Sigorta akım geçişini keser. Cihaz fonksiyonlarını yerine getiremez. Problemin çözümü için sigorta göbeğinin değiştirilmesi gerekir.

GÖSTERİM:

Dikkat,
Yanlış anlama (atmış sigortayı
atmamış gibi görmek
mümkündür!)

DİKKAT:

Kaynak makinasının cıvata ve kelepçe bağlantılarını (örneğin üfleyerek boşaltma sırasında) özellikle de kelepçeyle bağlanan şebeke kablolarının bağlantılarını düzenli aralıklarla muayene ediniz. **ÖNEMLİ:** Cihaz açılmadan önce şebekeden ayrılmalıdır.

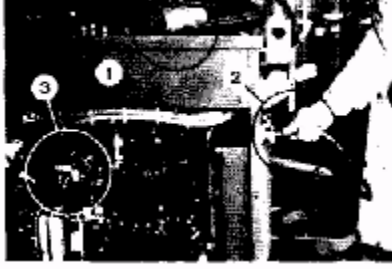
ÇÜNKÜ:

Cihazın şebeke bağlantı kablolarında bazen ayrılmalar olabilir. Bu nedenle kablo bağlantı yerleri daima sağlam olmalıdır; aksi takdirde bağlantı klemensleri hasar görür veya klemensler kopar. Bağlantı klemenslerinin kilitli kalırsa, ısınır ve hatta yanabilir. Tüm cıvata bağlantılarını sıkıştırınız. Bağlantı kablolarının ve kaynak kablolarının, özellikle de kablo cıvatalarının izolasyonunu kontrol ediniz.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Kötü kontak, ısınma, yanma ve kopma, arızalı kontak, cihazın fonksiyonlarını yerine getirmede azalma meydana gelir. Problemin çözümü için hasarlı parçalar değiştirilmelidir.

GÖSTERİM:



- 1: Şebeke prizinden ayrılmalıdır.
- 2: Kablo bağlantı yerleri muayene edilmelidir.
- 3: Bağlantı klemensleri muayene edilmelidir

DİKKAT:

Gazaltı kaynak makinasının, bakım çalışmaları yapmak için açmadan önce şebeke fişini prizden çekiniz

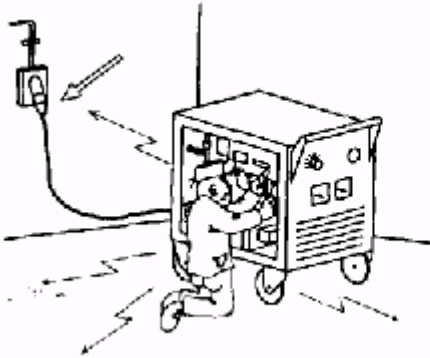
ÇÜNKÜ:

Cihazın şebeke gerilimi taşıyan parçaları üzerinde bakım çalışması yapmak istediğiniz zaman (kaynak makinasının kapağını açtıktan hemen sonra), cihazın mutlaka şebekeden ayrılması gerekir. Makinanın kapatılmış olması veya sigorta kutusu üzerindeki sigortanın sökülmesi veya sigorta V-otomatının indirilmesi, yeterli ayırma önlemi değildir.

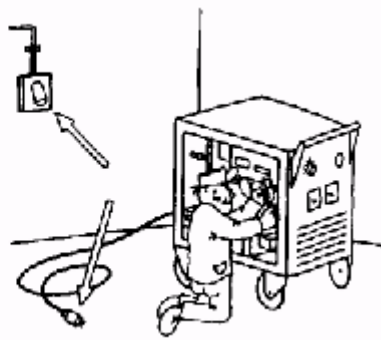
DİKKAT EDİLMEZSE:

Şebeke gerilimi serbest kalır; Ölüm tehlikesi vardır. Arızanın giderilmesi ise, felaket oluştuğunda artık çok geçtir. Önce düşünüp sonra cihaz açılmalıdır.

GÖSTERİM:



Yanlış



Doğru

DİKKAT:

Kaynak makinası satıcısı tarafından verilen işletme talimatlarını okuyunuz. Yedek parça sipariş edeceğiniz zaman Yedek Parça Katalogu'nu kullanınız. Yanlış siparişlerden kaçınmak için parça numaralarının ve resimlerinin doğru olmasına dikkat ediniz.

ÇÜNKÜ:

İşletme talimatları, kaynak makinasıyla çalışma sırasında kullanıcının hatalardan kaçınmasını sağlar. Bu nedenle hem makinaı kullananın hem de denetleme personelinin bunları okuması gerekir. Yedek parça listesi, doğru sipariş listesidir. Yedek parçaların yanlış alınması, hem para hem de zaman kaybına neden olur. Yanlış veya yetersiz/ tanımlanmış bir yedek parça, bir kaynak makinasının gerekenden daha uzun süre çalışma dışı kalmasına neden olacağından gecikmelere ve gereksiz para kaybına yol açar.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Zaman ve para kaybı oluşur. Problemi çözmek için bayiden kaynak makinası alırken işletme talimatlarının istenmesi gerekir. Bu işletme talimatlarının atölye ortamında zarar görmeyecek şekilde saklanması sağlanmalıdır.

GÖSTERİM:

İnverter Akım membaları Örtülü elektrod	TP MC DEL*	TP MC*	TP 4SP*	TP 4*	TP 3*	TP 2*	TR 55 MC	TR 52 MC	TR 50 T
TRANPOCKET 330	■						■	■	■
TRANPOCKET 450	■		■	■			■	■	
Kaynak akımı	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Elektrod dinamiği			X	X	X				
Sıcak başlama (Hot start)			X	X	X				
Kutup değıştirici			X						
Kaynak akım aralığı			X						

* Manyetik tutucu

Kaynak redresörleri Transistörleri	FR 5	FR 4.1	FR 3.1	FR 2.1	FR 1.1
WTU 307	■	■	■	■	■
WTU 457	■	■	■	■	■
WTU 657	■	■	■	■	■
Kaynak akımı	X	X	X	X	X
Kaynak akımı İnce ayar				X	
Puls/ Standardı	X				

* Manyetik tutucu

DİKKAT:

Kaynak çalışmasına u/ un süre ara verecekseniz, makinaı durdurunuz ve tüp vanasını kapatınız.

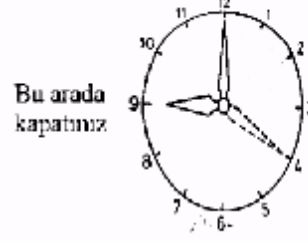
ÇÜNKÜ:

Uzun aralarda makinanın kapatılması, elektrik akımından tasarruf sağlar ve yabancı kişilerin torcu emniyetsizce veya kasten kullanmamalarından ve böylelikle muhtemel problemlerden kaçınılmasını sağlar. Tüp vanasının kapatılması, tüp üzerindeki manometrenin bağlantısında, manometrede, koruyucu gaz hortumunda ve bağlantı yerinde veya kaynak makinasındaki magnet ventilinde küçük kaçakların yol açabileceği koruyucu gaz kayıplarını azaltır.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Enerji ve bazen de koruyucu gaz ziyan olur.

GÖSTERİM:



4.3.4. MAG-CP veya Transpuls Kaynak Makinaları 4.3.4.1. Giriş

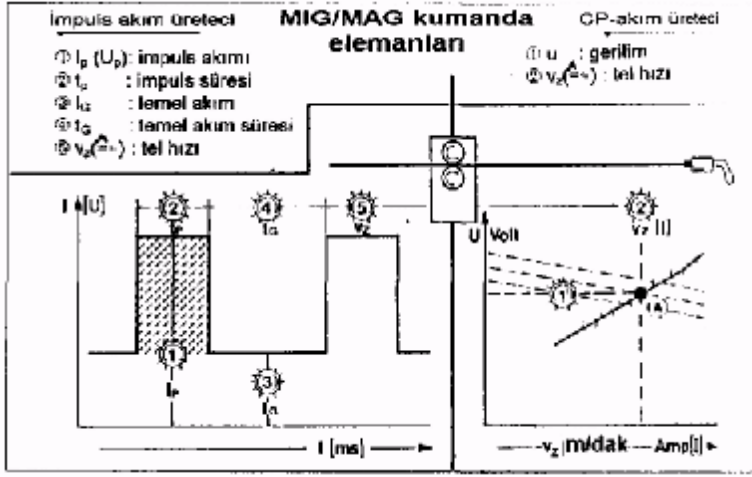
Transistör-kontrollu veya düzenli impuls akım üreteçleri günümüzde kısaca transpuls olarak adlandırılmaktadır. Bu yöntem türü, farklı referanslarca analog, primer veya sekonder çevrimli şeklinde de kullanılmaktadır. En yeni tanımlama hibrid şeklindedir. Burada önemli olan, analog ve çevrimli durumun bir kesişiminin olmasıdır. Elektriksel yapı veya kumandanın, farklı enerji tüketimine sahip olduğu da ayrıca dikkate değerdir.

Kaynak uzman mühendisinden kaynakçıya kadar herhangi bir kullanıcı, kaynak akım devresinin üstünlüğüyle yani neyin "önde" olduğuyla ilgilenir. İşletmeci, deneme kaynağı yerine gerçek imalat kaynağını yapar. Dolayısıyla ayar değerlerinin her kaynakta aynı sonucu vermesi çok önemlidir. Bu kaynak

makinalarıyla ilgili olarak en fazla bilinen özelliği, beş ayar parametresinin (impuls akımı, impuls süresi, temel akım, temel akım süresi ve telin ilerlemesi) damla geçişini etkilediğidir.

4.3.4.2. MAG-CP ve Transpuls Kaynak Makinalarının Karşılaştırılması

MAG-CP ve transpuls kaynak makinaları karşılaştırıldığında, sabit gerilim karakteristikli normal CP-makinalarla aralarındaki önemli farklar, kaynakçının idare ettiği tek tek ayar veya kumanda elemanlarıdır. Şekil 4.8'de ayar elemanları karşılaştırılmalı olarak verilmiştir.



Şekil 4.8. İmpuls ve CP akım üreteçlerinin ayar elemanlarının karşılaştırılması

4.3.4.2.1. CP-Akım Üreteçleri

CP-akım üreteçleri (Constan Poential: Sabit Gerilimli)'nde potansiyometre ile 1' gerilim karakteristiği seçilmiştir (Şekil 4.8 sağ taraf). Akım, önceden seçilen tel ilerlemesi 2' e uyarlanır. Bu şekilde A çalışma noktasına ulaşılmış olur. Her bir kaynak işi için gösterilen çalışma karakteristiğinde başka bir Volt-Amper kombinasyonuna ulaşılır. Ayrıca iki ayar elemanı daha bulunur. Bunlar elektriksel bir eleman yardımıyla, tek düğmeden kontrol edilebilen hale de getirilebilir.

4.3.4.2.2. Transpuls Ayar Elemanları

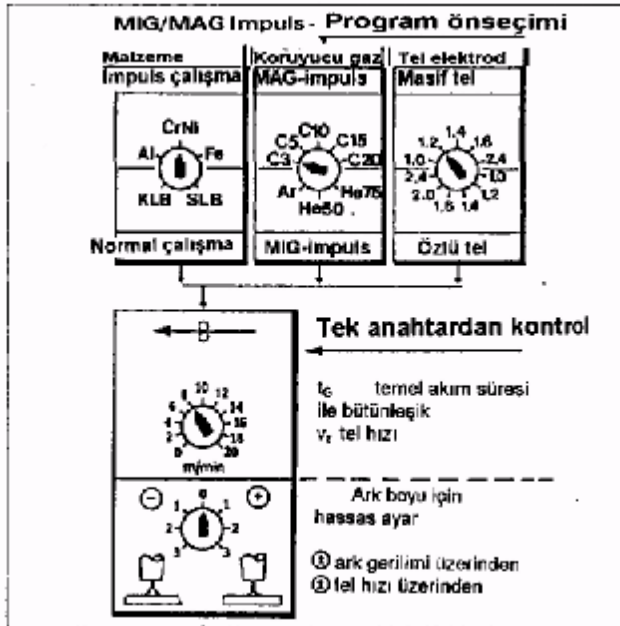
Transpuls-cihazlarda (Şekil 4.8 sol taraf), tek düğmeden kontrol edilecek şekilde bir araya getirilmesi gereken 5 ayar elemanı mevcuttur. Günümüzde makina üreticileri transpuls cihazların sadece özel amaçla kullanılan bir makina olmamasına çalışmaktadır. Çoğu kez universal bir kısmi mekanik kaynak işleminde kullanılabilirler.

Şekil 4.8 sol taraf, tek tek kontrol potansiyometrelerini göstermektedir. Bu şeklin açıklanması, damla kopuşunun nedeni olan impulsla başlayabilir. Bir damlanın kopması için gerekli güç, impuls akım yüksekliği 1 ve impuls süresi 2 'nin çarpımıyla oluşan taralı yüzey ile gösterilebilir. Bu güç alanı, tel elektrod çapının toplam çalışma bölgesi dolayısıyla malzemeye bağlı sabit bir ayar büyüklüğüdür. Temel akım, yani ayar büyüklüğü 3, aynı malzeme ve tel çapı halinde, bir sabittir. Görevi, temel akım fazı sırasında -damla geçişi yokken- tel elektrodun ucunu erimiş halde tutmak ve arkin yanmasını sürdürerek bunu korumaktır. Bu durumda iki ayar parametresi mevcuttur. Bunlar, impuls akımından ve süresinin çarpımından oluşan **güç alanı** ve sabit değerler olarak kontrolün içine sokulabilen **temel** akımdır. Ayar elemanı 4, temel akım süresi ve her bir gerekli güce göre, Şekil 4.6'da sol tarafta potansiyometre 5 ile gösterilen, kademesiz ayarlanabilen tel ilerlemesidir. Sabit impuls-güç alanında, tel çapının büyüklüğündeki her bir metal damlası, ince taneli, kısa devresiz

koparken, örneğin iki kat yüksek tel ilerlemesi halinde eriyen damla sayısı da iki katına çıkmalıdır. Gerçekte de durum böyledir. Damla sayısı impuls frekansı anlamına gelir. Tekrar vurgulanmalıdır ki, artan güç halinde tel ilerlemesiyle birlikte temel akım süresinin sınırlandırılması gerekir. Dolayısıyla temel akım süresi 4 ve tel ilerlemesi 5 'nin bu ayar faktörlerinin birlikte kontrol edilmelidir. Bu şekilde transpuls kaynakta da "tek düğmeden kontrol" olanağına ulaşılabilir.

4.3.4.3. Tek Anahtardan Kontrol

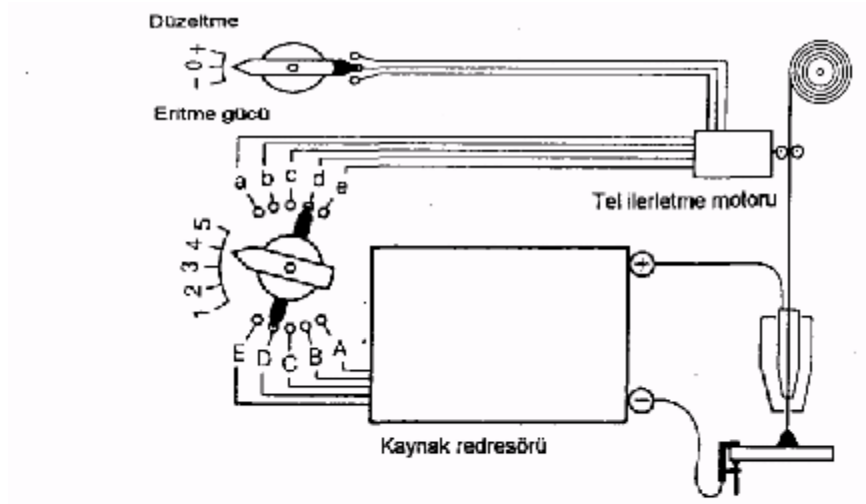
Burada ark boyunun, örneğin yatay içköşe pozisyonu, oluk pozisyonu gibi kaynak dikişlerinin oluşturulması için uygun olup olmadığının tesbit edilmesi gerekir. Şekil 4.9'da alt kısımda, eski grek alfabesine göre **Sinerjik-Kontrol** olarak da adlandırılan tek anahtardan kontrol gösterilmiştir. İki potansiyometre, dikişe bağlı ince ayar sağlar.



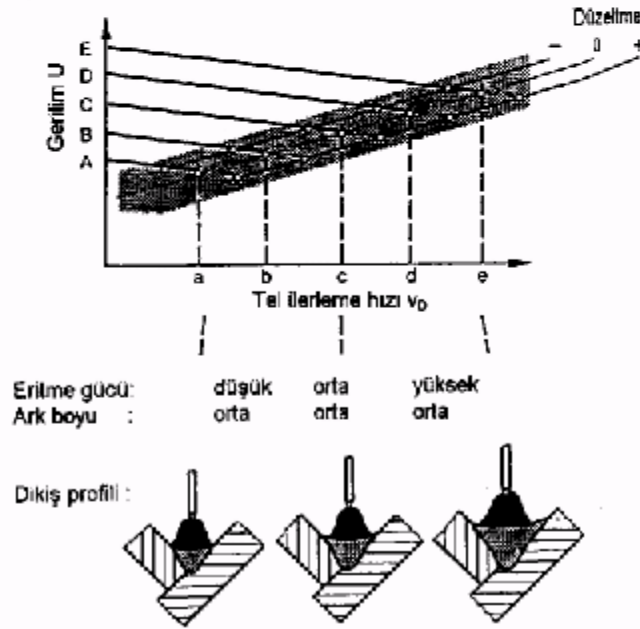
Şekil 4.9. İmpuls kaynakta program seçimi - tek düğmeden kontrol

Şekil 4.10'da ise tek anahtarla kontrol edilen gazaltı ark kaynak makinalarının prensibi verilmiştir.

Tek anahtarla kontrol edilen gazaltı kaynak makinasının çalışma prensibi



Ark yanma bölgesi ve makinanın ayarlanması



U geriliminin ve v_d tel ilerleme hızının birlikte ayarının sonuçları

Şekil 4.10. Tek anahtarla kontrol edilen makinalarda prensip, ark bölgesi, cihaz ayarı ve gerilim ile tel ilerleme hızının birlikte ayarlanmasının sonuçları

Transpuls enerji üreteçlerinde sözedilen ayar elemanları, kontrol tekniğinde önemli bir masraf gerektirir. Diğer taraftan impuls tekniğinin kullanımıyla, özellikle yarı mekanik uygulamada basitlik

sağlanır.

Transpuls kaynakta aşağıdakiler kullanılır:

- farklı tel elektrod çapları
- yapı çelikleri, krom-nikel çelikleri ve alüminyum esaslı malzemeler
- % 2 ila 20 CO₂ içeren argonca zengin karışım gazlar veya alüminyum için

Argon/Helyum karışımları

Bu malzeme, koruyucu gaz ve tel çapı özellikleri kontrol elemanlarında önemlidir. Bu nedenle Şekil 4.10 'un üst kısmındaki şalter sırası, birlikte programlanabilen ve kaynak başlamadan önce seçim şalteriyle işler hale getirilen proses datalarını göstermektedir.

4.3.5. Uygun Güçte Kaynak Makinası Seçimi

Kaynak makinasının gerekli Volt / Amper yorumu için kesin bir ipucu elde etmek için, yöntemin ekonomik kullanımı sağlanacak tarzda bir değerlendirme yapılması gerekir. Bu bakımdan, işletmede genellikle kaynak edilen malzeme kalınlığı göz önüne alınmalıdır. Tablo 4.3, saç kalınlığına bağlı olarak kullanılabilen tel çapını ve kaynak makinasının gücünü göstermektedir.

Tablo 4.3. Saç kalınlığı, tel elektrod çapı ve kaynak makinası gücü arasındaki ilişki

Saç kalınlığı / Tel elektrod çapı / Kaynak makinası			
Saç kalınlığı	Tel çapı mm		Kaynak makinası
mm	MAG	MAG-PU	% 100 ED'de kaynak akımı A
0,7 - 4,0	0,8	-	200
2,0 - 7,0	1,0	1,2	250 - 300
3,0 - > 15,0	1,0 1,2	1,2 - 1,6	350
10,0 - > 20,0	1,2 1,4	1,2 - 1,6	400 - 500

Belirli bir uygulama için tavsiye edilen tel çapı için kaynak parametreleri değerleri tablolarının maksimum Volt/Amper değerlerine dikkat edilmelidir. Düşük fiyatlı makinaların ekonomikliğinin de düşük olacağı göz önünde tutulmalıdır.

DİKKAT:

Yüksek elektrik tehlikesi altında çalışmada, sadece müsaade edilen ve işaretlenen akını üreteçlerini kullanınız.

ÇÜNKÜ:

Yüksek elektrik tehlikesi altında çalışmada, alternatif akımda boşta çalışma geriliminin tepe değeri 68 V'u (efektif değeri 48 V'u) ve doğru akımda tepe değeri 113 V'u aşmayan reteçleri kullanınız. Ayrıca boşta çalışma geriliminin sınırları, kendi kendine koruma düzeneğiyle kaynaktan hemen sonra mevcut boşta çalışma gerilimine düşen veya -alternatif akımda- bir doğru akım-boşta çalışma gerilimine çevrilen, müsaade edilen en yüksek değere çekilen üreteçlerle çalışmaya da müsaade edilir.

Bu düzeneğin etkinliği, fonksiyonunu kendi kendine denetlemesiyle gösterilmelidir. Denetleme düzeneği test edilebilir olmalıdır.

GÖSTERİM:



4.4. Tel İlerletme Cihazları

Tel ilerletme motoru kural olarak, dönme hızı kademesiz olarak ayarlanabilen bir doğru akım paralel bağlantılı motordur. Modern cihazlarda motorun dönüş hızı, yükten bağımsız olarak sabit besleme sağlayan tristor üzerinden ayarlanır.

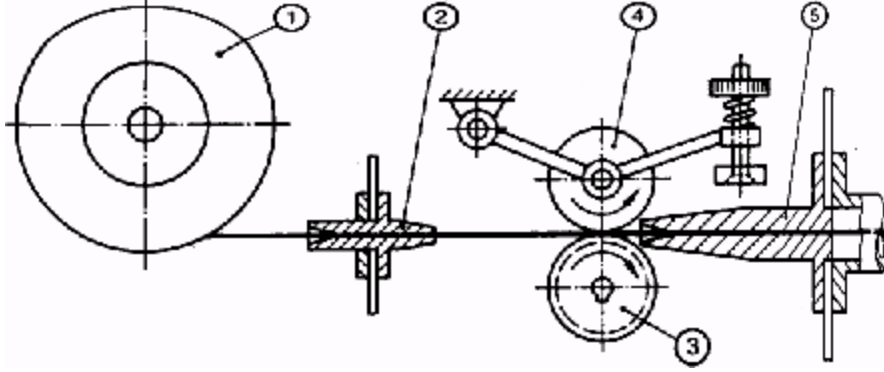
MIG/MAG kaynağında tel besleme hızları 2 ila 20 m/dak arasında değişir. Bu nedenle motorlar tel sürme ruloları olan bir sisteme bağlıdır. Şekil 4.11, bir tel sürme tertibatının en önemli parçalarını göstermektedir. Tel çıkış memesi, makaradan sağılan telin belirli bir yönde itilmesi görevini yapar. Tel doğrultucu, günümüzde nadiren bulunmaktadır. Ancak bu eleman çok önemlidir. Tel makarasından belirli bir eğiklikle açılır. İlerletme ruloları bu eğikliği tamamen gideremez. Tel doğrultulmazsa, hortum paketinden belirli bir dalgalılıkla geçer ve kuvvetli şekilde sürtünme eğiliminde olur. Ek olarak elektrod az ya da çok ondülasyona sahip olur ve bu da birleşme hatalarına yol açar.

İlerletme ruloları baskı rulolarıyla eş çalışarak teli ilerletir ve hortum paketindeki tel çıkış memesine iter. Tel çıkış memesi mümkün olduğu kadar ilerletme rulolarına yakın olmalı ve teli besleme yönünde doğrultmalıdır. Çıkış memesi ilerletme rulolarına ne kadar uzaksa, hortum paketinde veya torçta herhangi bir dirençle karşılaştığında telin burkulma tehlikesi de o derece büyük olur.

Küçük rulolardaki özgül yüzey basıncı büyük rulolara oranla daha büyük olduğundan tahrik (ilerletme) ruloları küçük olmamalıdır. Küçük ruloların kullanılması halinde bu nedenle tellerin yüzeyi hasar görür. Karşı baskı rulolarının bastırma kuvveti, her iki makara da çalıştığında düşük tutulabilir.

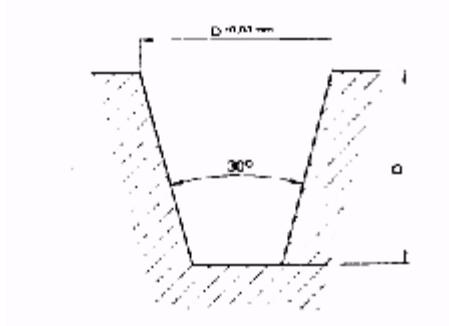
Dört makaralı ilerletme düzeneğinde birbiriyle eş çalışan her iki rulo bir motor tarafından tahrik edilir. İlerletme rulolarından en az bir tanesine uygun şekilde dış açılmış olmalıdır. Şekil 4.12, en uygun dış formunu vermektedir. Dışın en geniş kısmı, tel çapından biraz daha büyük olmalı ve dış derinliği çapa uygun olmalıdır. Aşınmış dışlarda elektrod daha derine dalar ve bu durumda tellerin dış

içinde sıkışması sonucu besleme hataları meydana gelir. Ayrıca kuvvetli şekilde metal sürtünmesi oluşur. Bu nedenle ilerletme rulolarının belirli bir besleme süresinden sonra değiştirilmeleri gerekir.



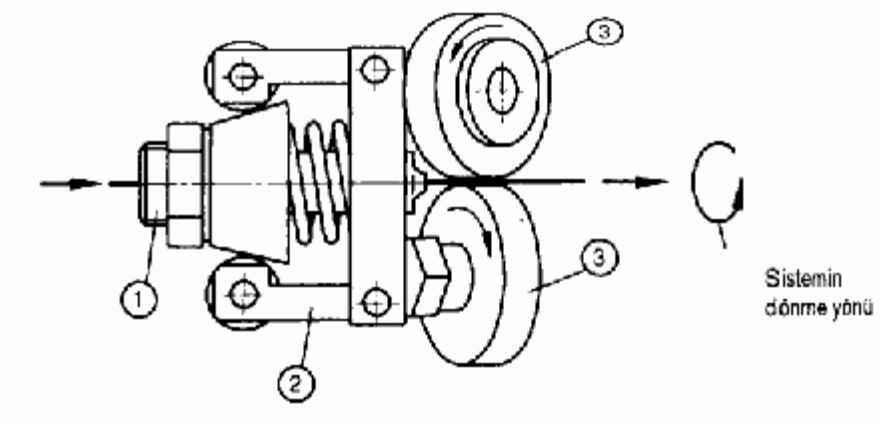
1. Tel elektrod makarası
2. Tel akış lülesi (memesi)
3. Tel ilerletme rulosu (tahrik rulosu)
4. Baskı rulosu
5. Tel çıkış lülesi (memesi)

Şekil 4.11. Tel elektrodun ilerlemesinin şeması



Şekil 4.12. ideal diş formu

Yeni bir tel besleme şekli, haddeleyerek ilerletme olarak adlandırılmaktadır. Bu usulde tel elektrod, kamalarla sıkıştırılmış ve eğik yerleştirilmiş rulolardan geçer ve rulolar telin etrafında planet şeklinde döner (Şekil 4.13). Rulolar bu durumda teli doğrultur ve hortum paketinde daha düşük sürtünme sağlayan titreşimli bir hareket yapar. Bu bakımdan tel tüm yolu boyunca emniyetli şekilde ilerler. Telin impulsu hareketinin dezavantajı, bu hareketi torca da taşımasıdır. Ruloların bu hareketi sadece özel durumlarda, örneğin robot tesislerine uygundur.



1. Tel akış lülesi (memesi)
2. Makara kafası
3. Tel ilerletme rulosu

Şekil 4.13. Haddeleyerek ilerletme

DİKKAT:

Tel elektrodun art ilerlemesini önlemek için baskı plakasını aşırı kuvvetli sıkıştırmayınız. Tel iletimi durdurulduğunda (torçtaki tetikten parmak kaldırıldığında) telde bir art ilerleme olmayacak derecede sıkınız.

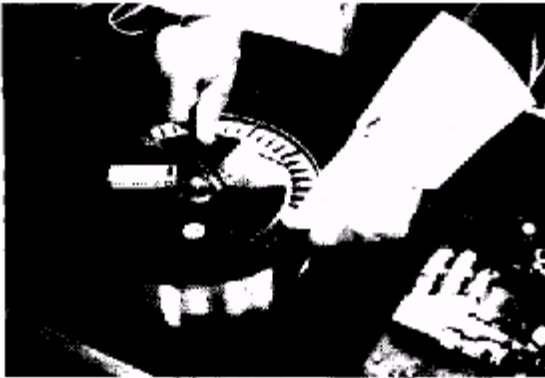
ÇÜNKÜ:

Tel makarasının yerleştirilmesi sırasında tel bobini ekseninden geçen saplama, tel makarasının deliğine uymalı ve tespit segmenti yuvasına geçmelidir. Bu şekilde art ilerleme baskı plakası doğru şekilde takılmış olur. Düşük baskı kuvveti durumunda telin art ilerlemesi önlenemez; tel sarımı çözülür. Yüksek baskı kuvveti halinde ise, tel ilerletme motoru aşırı yüklenir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Tel ilerlemesinde bozukluk olur ve kaynak işlemi önemli oranda zorlaşır veya imkânsız, hale gelir.

GÖSTERİM:



DİKKAT:

Yeni bir tel makarasını takarken, tel ucunu çözdüğünüzde sarımların boşalmamasına dikkat ediniz. Telin ucunu sıkı tutunuz ve kanalına sokarken sarımların gergin olmasını sağlayınız. Tel iletme aparatına sokmadan önce, hassas bir yan keski ile telin ucunu kesiniz.

ÇÜNKÜ:

Dikkatsizce açılmış ve birkaç sarımı boşalmış bir tel, makaraya tekrar sarıldığında sarımlar yanlışlıkla üst üste gelebilir. Sağılma sırasında tel sıkışır. İlerleme durur. Tel düğüm yapar. Telin ucunun sivri olması, tel iletme spiralinde telin problemsiz geçişini zorlaştırır.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Tel durur; kontak memesinde yanarak sıkışır. Problemin çözümü için düğümlü veya başka tür problemlili tel boyu, hortum paketinden çıkarılır. Tel makarasından problemsiz tel yeniden kanala yerleştirilir. Bu arada akını kontak borusu önceden sökölür; torca gelen tel ucu itilir ve anahtarla tekrar vidalanır

GÖSTERİM:

Tel sarımları
üst üste binmiş

yanlış

Tel ucu sıkı tutulmuş
temiz kesilmiş

doğru

DİKKAT:

Tel iletme rulolarını, telin çekilebileceği sıklıkta sıkıştırınız. Makina imalatçısı özel ayar değerleri vermişse, bu değerleri uygulayınız.

ÇÜNKÜ:

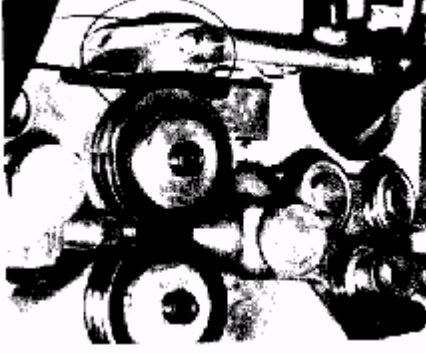
Eğer sıkıştırma basıncı çok yüksekse, -özellikle uygun olmayan iletme rulosu dış formları halinde- tel elektrod deforme olur ve yüzeyi hasar görür. Bakır kaplı tel elektrodlar halinde, bakır parçacıkları koparak kılavuz spiralın tıkanmasına yol açar. Eğer sıkıştırma basıncı çok düşükse, iletme ruloları arasındaki tel elektrod

kayabilir (patinaj yapar) ve besleme gerçekleşmez.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Tel ilerlemesi düzensizdir veya hiç gerçekleşmez.

GÖSTERİM:



Altı köşe eksantrik talimatlara uygun değerlerde ayarlanmalıdır.

DİKKAT:

Daima tel çapma uygun ilerletme (sürme) ruloları kullanınız. İlerletme rulolarının durumunu periyodik olarak kontrol ediniz. Açılmış ruloları hemen değiştiriniz.

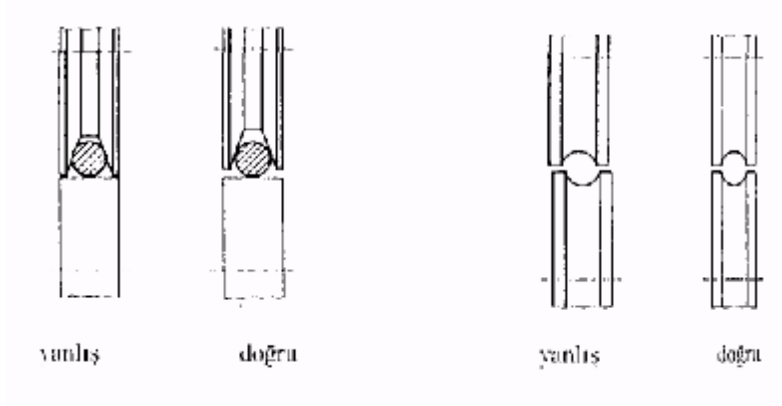
ÇÜNKÜ:

İlerletme ruloları (tel sağma ruloları) sürtünme etkisiyle ilerletme kuvvetini tel elektroda nakleder Kuvvet ileten yüzeyler sertleştirilmişse, zamanla aşınma oluşur, çok kuvvetli aşınma halinde ilerletme ruloları birbirine değeri. Bu halde sıkıştırma kuvveti, teli ilerletme etkisini yitirir. İlerletme rulolarının dişleri birbirine göre kayarak tel yüzeyinin hasara uğramasına neden olur ve oluşan sürtünme talaşları ezilebilir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Tel elektrod kusurlu ve düzensiz beslenir; tel ilerlemesinde sürtünme artar; tel elektrod yüzeyinde ince talaşlar ezilir. Problemin çözümü için yanlış ölçülü veya aşınmış ilerletme ruloları, doğru ölçülü yeni ilerletme rulolarıyla değiştirilir. İlerletme düzeneği kendi haline bırakılarak tel elektrodların ilerleme durumu dikkatle ve elle dokunularak muayene edilir.

GÖSTERİM:

**DİKKAT:**

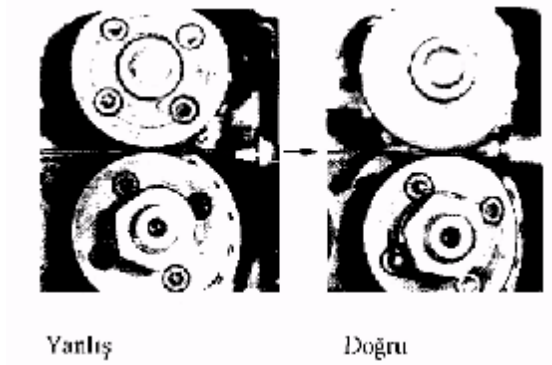
Tel elektroda iletme rulolarından kontak memesine kadar, iç çapı tel çapına uygun olan doğru bir iletme aparatıyla (teflon hortum veya çelik spiral) herhangi bir kutlamaya meydan vermeden iletiniz. Telin ucunu doğru boyda özenle kesiniz ve yarıklı kısmın içindeki çelik spiralın iç kısmındaki kıymıkları temizleyerek yerine yerleştiriniz.

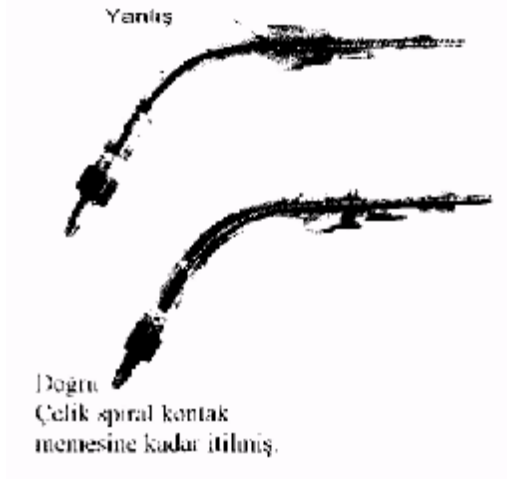
ÇÜNKÜ:

Eğer tel elektrod iletme rulolarının ötesine kadar doğrusal şekilde iletmezse kıvrılır. Bu iletme işlemi, kontak memesindeki tel elektrod girişine kadar ulaşmalıdır. Eğer tel iletme hortumunun iç çapı tel elektrod çapına göre daha büyükse, bu durumda hortum içinde tel elektrod bükülebilir. Eğer daha küçükse, hortum paketinin kuvvetli şekilde büküldüğü yerlerde sürtünme fazla olur. Yarıklı kısmın iç yüzeyindeki herhangi bir kıymık, tel elektrodun yüzeyine hasar verebilir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Tel düzensiz ilerler. İletme rulolarından sonra tel elektrod kıvrılır ve tel yüzeyi hasar görür. Hatanın giderilmesi için kısa veya yanlış ölçülmüş tel besleme hortumu, doğru uzunlukla olanıyla değiştirilmelidir

GÖSTERİM:



DİKKAT:

Makarayı yerleştirdikten sonra kaynak yapacaksanız, tel makarasının kapağını daima kapalı tutunuz. Torçtaki tetiğe bastığınızda tel elektrodun torçtan dışarı çıkan ucunun gerilim altında kaldığını aklınızda bulundurunuz.

ÇÜNKÜ:

Torçtaki "kaynak" tetiğine basıldıktan sonra, tel elektrodun tüm boyu gerilim altında kalır. Bu durumda iş parçası dışında- topraklanmamış veya iş parçası ile birleştirilmeyecek metal parçalara temas ettirmeyiniz; aksi takdirde bir ark oluşturunuz. Ayrıca, makaradan gelen telin tamamı gerilim altındadır. Cihazın kapakları kapalı tutulmalıdır; makara kapağı kapatılmalıdır. Bunun yanında, depodayken makaranın tellerinin kirlenmesi önlenmelidir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Kısa devre ve bazen tesadüfî temaslarda ark oluşabilir. Hatanın giderilmesi için kapaklar kapalı tutulmalıdır. Hasarlı kapaklar değiştirilmelidir.

GÖSTERİM



Kaynak sırasında kapak kapalı tutulmalıdır. Hasarlı kapaklar değiştirilmelidir.

4.5. Kontrol ünitesi

Kaynakta gerekli fonksiyonlar, hortum paketi içindeki kontrol kablosu üzerinden, torçtaki anahtar

aracılığıyla kontrol ünitesinde devreye sokulur.

Bir kaynak akım üreticinin kontrol ünitesi üzerindeki başlıca kontrol elemanları şunlardır:

- Tel açma
- Koruyucu gaz ayarı
- Nokta süresi
- Geri yanma süresi
- Uç krater doldurma (akım/tel/ süre)
- İki zamanlı
- Dört zamanlı
- Tel ilerletme
- Tutuşmanın oluşumu

Genel olarak iki ve dört zamanlı kontrol sistemleri mevcuttur.

a İki zamanlı kontrol: torçtaki anahtardan, aynı anda akım, tel ilerlemesi ve koruyucu gaz devreye sokulur; anahtarın bırakılmasıyla bu fonksiyonların tümü aynı anda kesilir. Bu kontrol tipi, esas olarak puntalama işleminde ve kısa dikişler için kullanılır.

b Dört zamanlı kontrol: torçtaki anahtara basıldığında önce sadece magnet ventilin açması yoluyla koruyucu gaz akmaya başlar; anahtarın bırakılmasıyla akım ve tel ilerlemesi başlar; kaynak işleminin sonunda anahtara tekrar basıldığında akım ve tel ilerlemesi kesilir; bu arada anahtar bırakılana kadar koruyucu gaz akışı bir miktar daha sürer.

Dört zamanlı kontrol, her şeyden önce dikiş başlangıcında ve uç kraterinde gözenek oluşumundan kaçınmayı sağlayan, koruyucu gazın ön ve art akışını

sağlama üstünlüğüne sahiptir. Bu kontrol sistemi, koruyucu gazın ayarlanabilen ön ve art akışıyla da kullanılır.

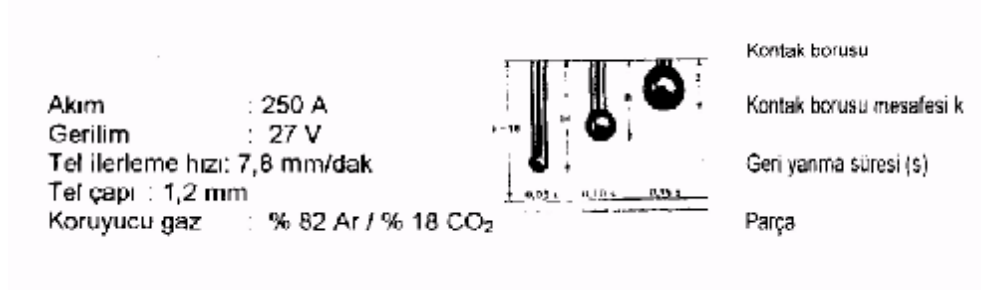
Yeni cihazlarda ilave olarak arkın **geri yanma süresi** (telin ilerleyişinin durması ile akımın kesilmesi arasında geçen süre) de ayarlanabilir. Böylece arkın beklenmedik ani sönmelerinde telin banyoya yapışması önlenmiş olur.

Bu durum, telin ilerlemesinin, akım kesilmesinden biraz önce durması ile sağlanır. Eğer geri yanma süresi uzun ayarlanmışsa, telin ilerlemesi erken kesileceğinden, telin kontak borusu içine kadar yanması ve dolayısıyla kontak borusunun zarar görmesi mümkündür.

Şekil 4.14'de farklı geri yanma sürelerinin tel ucundaki damla oluşuna etkileri gösterilmiştir. Büyük çaplı küre oluşumu durumunda, kürenin alt yüzeyindeki izolasyon etkisi yapan metaloksitler nedeniyle, daha sonraki tutuşma olayı zorlaşır.

Tutuşma olayının ideal olarak gerçekleşmesi ve tutuşma sıçramalarından kaçınmak için şeklin

sol tarafındaki gibi minimum bir geri yanma gerçekleşmelidir.



Şekil 4.14. Geri yanma süresinin etkileri

Yeni teknoloji ürünü cihazlarda tel ilk önce yavaş yavaş ilerleyip tutuşacak ve daha sonra da kaynak sırasındaki hızına ulaşacak şekilde ayarlanabilir. Bu şekilde tutuşturma kolaylaşmış olur.

DİKKAT:

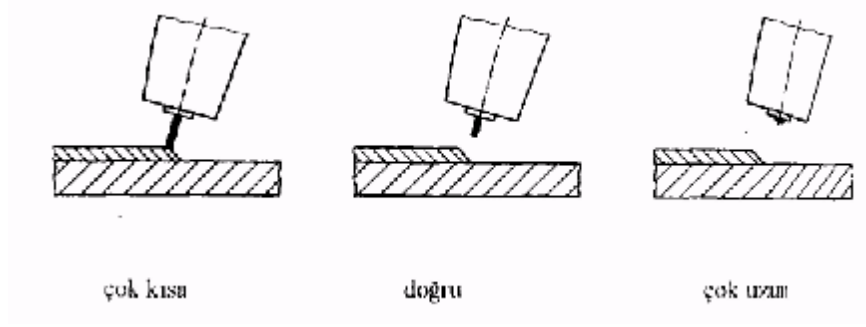
Arkın geri yanma süresi, kaynak makinasında o şekilde ayarlanmalıdır ki tel elektrod arkın sönmelerinden sonra ne kaynak banyosunu yapışsın, ne de ark kontak memesinde yansın.

ÇÜNKÜ:

Her kaynak dikişinin sonunda, tel ilerlemesi durduktan sonra ark kısa bir süre daha yanmalıdır, aksi takdirde tel elektrod soğumakta olan kaynak banyosuna yapışır. Arkın geri yanma süresi kaynak makinasından ayarlanabilir. Farklı tel çapları ve malzemeler, farklı ayarlamaları gerektirir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Tel elektrod soğumakta olan kaynak banyosuna veya kontak memesine yapışır Halanın giderilmesi için tel elektrot tel makası ile kesilmeli veya kontak memesine yapışan tel elektrod ayrılmalıdır (tel makası ile, gerektiğinde eğe ile) ve hasarlı kontak memeleri değiştirilmelidir. Arkın geri yanma süresi doğru ayarlanmalıdır.

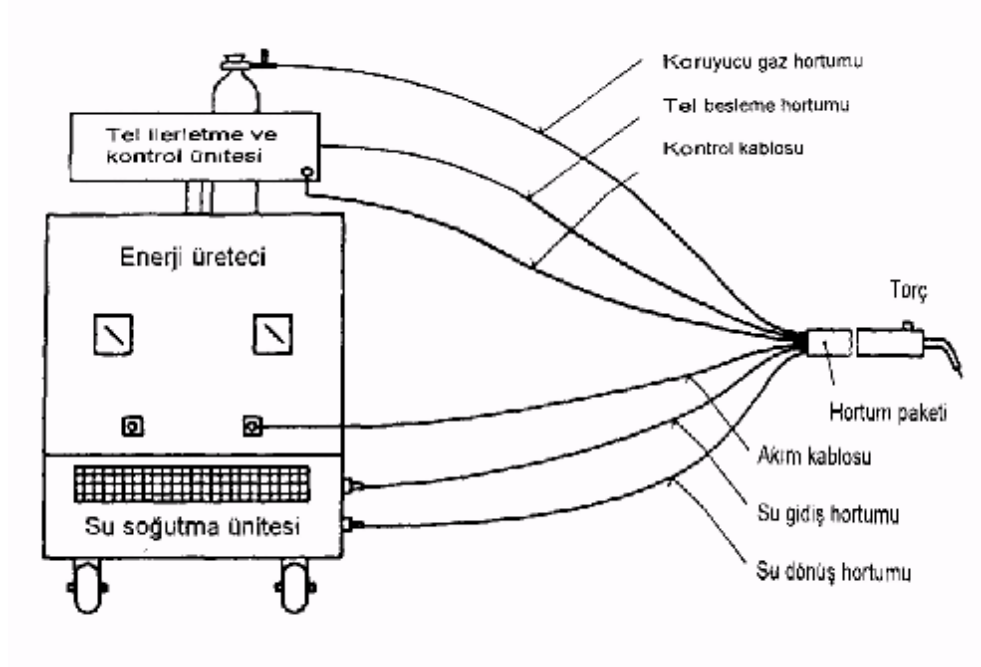
GÖSTERİM:

arkın ayarlanmış geri yanma süresi

4.6. Hortum Paketi

Hortum paketi, tel iletme ünitesi ile torç arasındaki bağlantı elemanlarını içerir. Şekil 4.15 'te gösterildiği gibi, hortum paketi aracılığıyla aşağıdaki dağıtım kabloları iletilir:

- akım kablosu
- koruyucu gaz hortumu
- tel iletme hortumu
- su gidiş-dönüş hortumu (büyük torçlarda)
- kontrol kablosu



Şekil 4.15. Hortum paketini oluşturan iletim kabloları.

Su ile soğutulan cihazlarda akım kablosu, su dönüş hattının ortasında bulunur. Böylece sadece soğutulmakla kalmaz; aynı zamanda esnek de tutulmuş olur. Su, günümüzde işletmelerin pahalı bir malzeme girdisi haline geldiğinden, torcun soğutulmasında kapalı bir su devresi akışına sahip soğutma suyu sirkülasyon cihazları kullanılmalıdır.

Tel iletme hortumu, çelik teller halinde, normal şartlarda dış çapı yaklaşık 4,5 mm olan bir çelik spiral içerir. İç çapın, iletilen telin çapından bir miktar darla büyük olması gerekir. Daha büyük iç çaplı hortumlarda telin yaylanarak yığılması ve bu şekilde kesintili ilerlemesi meydana gelebilir. Uygun sürtünme katsayısı nedeniyle alüminyum tel elektrodlar, teflon kaplı iletme hortumları içinden beslenir. Bu hortumlar CrNi-çelik tellerle kaynakta da kullanılabilir.

Metal tozları (bakır ve çelik) ve ayrıca çekme maddelerinin kalıntıları nedeniyle hortumlar zamanla tıkanır ve tel besleme işlemi gittikçe zorlaşır; bu nedenle hortumların zaman zaman temizlenmeleri gerekir.

DİKKAT:

Tel besleme hortumunu düzenli aralıklarla basınçlı kuru hava ile üfleyerek sürtünme parçacıklarını uzaklaştırınız. Bu işlemi her yeni tel makarası takmadan önce yapınız.

ÇÜNKÜ:

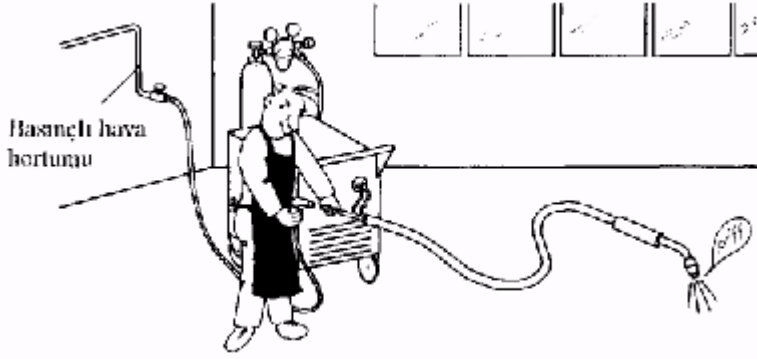
Tel elektrod, iletme ruloları arasından geçerken (özellikle aşınmış olanlarından), tel iletme

memesinden geçerken (özellikle tel elektroda göre merkezlenmemiş olanlarından) ve tel nakil hortumunda (özellikle çelik tel elektrodan beslenmesi için çelik spiral kullanılmışsa, hortum paketinin kuvvetli şekilde bükülmüş kısımlarında daha fazla olmak üzere) sürtünerek aşınır. Bu aşırı parçacıkları besleme hortumunda birikir ve tel elektrodun ilerlemesini engelleyecek dereceye kadar besleme direncini artırır.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Kabul edilemeyecek derecede büyük besleme direnci nedeniyle düzensiz tel beslemesi olur ve tel elektrod artık ilerleyemez. Arızanın giderilmesi için tel besleme parçaları (alüminyum ve gerektiğinde CrNi-çelikleri için teflon, bakır kaplı çelik teller için çelik spiral) değiştirilmelidir. Çelik spiral gerektiğinde temizlenmelidir (örneğin % 25 yağ % 75 yıkama benzini içeren temizleme çözeltisinde birkaç saat tutularak, daha sonra asılarak, kurutularak ve kuru hava ile üflenerek). Tel elektrodun merkezlenmiş şekilde beslenmesini sağlamak için, hasarlı besleme makaraları ve tel iletme memeleri değiştirilmelidir.

GÖSTERİM:



4.7. MIG/MAG Kaynak Torçları

MIG/MAG kaynağında kullanılan torçlar, oluşturulan kaynağın kalitesine büyük etki yapar. Bu nedenle uygun torcun seçimi büyük öneme sahiptir.

Başarılı bir kaynak işlemi için uygun bir torcun seçiminde aşağıdaki kriterler gözönüne alınır:

- Kullanılan akım üreticinin maksimum gücü
- Kullanılacak maksimum ve minimum tel çapı
- Kaynak yapılacak maksimum malzeme kalınlığı
- İş yükü
- Ergonomik prensipler

4.7.1. Torçların Yapıları

Bir kaynak torcunun ana görevleri, kaynak bölgesine koruyucu gazın iletilmesi, tel elektrodun beslenmesi ve arkta küçük bir mesafede elektroda Akımının verilmesidir. Bu görevlerin yerine getirilmesi için torç üreticileri farklı formlarda ve farklı amaçlara yönelik çok sayıda konstrüksiyon geliştirmişlerdir.

Torç seçiminde aşağıdaki hususlar gözönünde bulundurulur:

- a) kontak borusundaki ve gaz memesindeki sıcaklıklar
- b) gaz memesinin izolasyonu
- c) girdapsız bir gaz akışı için koruyucu gaz kanallarının ve memesinin konstrüksiyonu
- d) sızdırmazlık sisteminin güvenilirliği
- e) torcun ağırlığı ve hortum paketinin esnekliği
- f) aşınan parçaların değiştirilebilme olanağı ve maliyeti

4.7.1.1. Kontak Borusu

Kontak borusu, tel elektrodla temas eden yüzeyi nedeniyle yüksek akım yoğunluğuna ve ark'a yakınlığı nedeniyle de yüksek sıcaklıklara ve sıçramalara maruz kalarak hasar görebilir. Kontak borusundaki yüksek sıcaklıklar aşınmayı teşvik eder; tel elektrodta akım iletimini zorlaştırır ve sürtünme direncini artırır. Pratikte çok sayıda torcun, nominal güç bölgelerinin üst sınırında kullanılmaları halinde, kısa süre sonra torçtaki tel ilerleme hızlarının düzensizleştiği görülmüştür.

Çok ısınan kontak boruları, tel ilerleme hareketinin sık sık ritmik titreşimlere başlaması nedeniyle deforme olmaya eğilimlidir. Kontak kalitesi bu durumda şiddetle azalır. Kaynakçının kaynak yaparken eliyle çoğu kez hissedebildiği, kararsız bir ark ve titreşim kuvvetleri, bu problemin ilk habercileridir. Bu sorunun giderilmesinde ilk olarak tespit soketinde veya kontak borusunun gövdesinde iyi bir ısı iletiminin olup olmadığı kontrol edilmelidir. Bu bölgedeki montaj işlerinde bu nedenle kontak yüzeyi tam olarak temizlenmeli ve yeterli bir yüzey basıncı oluşturulmalıdır. Kontak borusu torç üreticisinden edinilemiyorsa, sadece dişlerinin değil aynı zamanda geçiş profilinin de uygun olması gerekir.

Kontak ısısının pek çok nedeni olabilir. Akım yüklenmesinin ve devrede kalma süresinin yanında kaynak banyosuna olan mesafesi, kontak kalitesi, tel elektrodun malzemesi, koruyucu gaz türü, ark boyu, parça sıcaklığı, ağız formu ve parçanın yansıtma özelliklerine de dikkat edilmelidir. Su ile soğutulan torçlarda soğutma sisteminin soğutma ve dönüş boruları da kontrol edilmelidir.

Kontak borusu malzemesi, iyi bir elektrik iletkenliğine, aşınmaya karşı yüksek bir sertliğe sahip olmalı ve mümkün olduğu kadar düşük elektroerozyon göstermelidir. Yeterli bir elektrik iletkenliği, mekanik aşınmaya karşı yüksek dirençle birlikte istendiğinden, saf bakır yerine alaşımlı bakır türleri (CuCr, CuCrZr, CuBe) kullanılır. Toz metalürjisiyle sinterlenmiş ve ekstrüzyonla üretilmiş bakır-

tungsten veya bakır-tungsten-gümüş malzeme bileşimleri çok daha yüksek aşınma dayanımına sahiptir.

Kontak borusunun çapı, eğik (kuğu) boyunlu torçlarda telin elastik eğilmesi nedeniyle veya düz torçlarda belirli bir bölgede telin dresajı nedeniyle değişebilir.

Çapın hafifçe değişmesi, tel ilerleme kuvvetinin ve dolayısıyla kontak ve ısınma problemlerinin artmasına yol açar. Pratikte kontak borusunun iç çapı tel çapından yaklaşık 0,2 mm daha büyük seçilir. Yumuşak tel elektrodlar halinde, daha büyük iç çaplar daha da uygun olur.

CrNi-çeliğinden veya alüminyumdan tel elektrodlar, kontak borusunu bakır kaplı tel elektrodla kıyasla daha fazla zorlarlar. Kontak yüzeylerindeki hasarlar genellikle arkın tutuşması sırasında kısa bir an için oluşan yüksek akım şiddeti nedeniyle meydana gelir.

Yanlış ayarlanmış serbest yanma veya geri yanma süresi halinde kaynak akımının geç açılması, telin kontak borusu ucunda kısmen veya tamamen erimesine yol açabilir.

Temizlenmemiş kontak yüzeyleri meme temizleme aparatıyla veya iğnesiyle eski durumuna getirilebilir. Büyük miktarda aşınmış kontak boruları doğal olarak, kalan enkesiti ve verimliliği müsaade ediyorsa, daha kalın tel elektrodlar için, honlanmak suretiyle kullanılabilir.

Hasarlı kontak boruları, arkın kararlılığı, dikişin oluşumu, gözenek emniyeti ve özellikle de nüfuziyete olumsuz etki yaptığından temizleme veya yenileme işlemi ihmal edilmemelidir.

Zor ulaşılan yerlerde eğilmiş kontak borularıyla (kademeli veya kademersiz) daha kolay ulaşılabilir.

Kontak borusunun parçaya olan mesafesinin etkileri ilerideki bölümlerde ele alınmıştır.

DİKKAT:

Kontak borusu mesafesinin doğru olmasına dikkat ediniz. Sprey ark halinde bu aralık 18-20 mm ve kısa arkla yaklaşık 14 mm olmalıdır. Diğer durumlarda: meşalenin artması, ince saçlarda delinme tehlikesini düşürür; mesafenin azalması kalın saçlarda nüfuziyeti iyileştirir.

	Kontak borusu mesafesi mm	Koruyucu gaz l/dak.	Kaynak akımı A	Gerilim V	Tel hızı m/dak.	Nüfuziyet derinliği mm
A	10	15	320	26,4	9,8	6,5
B	15	15	310	27,2	9,8	5,0
C	20	15	280	28,0	9,8	4,0
D	25	15	260	29,8	9,8	3,5
E	30	15	250	30,0	9,8	3,0

ÇÜNKÜ:

Artan kontak borusu mesafesiyle nüfuziyet derinliği azalır. Bundan başka, tel ilerlemesinin ve koruyucu

gaz örtüsünün kaynak ağzının merkezinde oluşumu tehlikeye girer.

Azalan kontak borusu mesafesiyle ise kaynak banyosu, torcun termik bakımdan aşırı yüklenmesine ve memeye zarar verecek seviyede sıçrama oluşumuna yol açacak şekilde aşırı ısınabilir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Nüfuziyet derinliği azalır; kaynak banyosu aşırı ısınır. Hatalar sonradan giderilemediğinden, çalışma kurallarına dikkat edilerek hataların oluşmamasına dikkat edilmelidir.



Değişik kontak borusu mesafelerinin etkileri (doldurma kaynağı)

	Kontak borusu mesafesi mm	Koruyucu gaz l/dak	Amper	Volt	Tel ilerleme hızı m/dak	Nüfuziyet derinliği mm
A	10	15	320	26,4	9,8	6,5
B	15	15	310	27,2	9,8	5,0
C	20	15	280	28,0	9,8	4,0
D	25	15	260	29,8	9,8	3,5
E	30	15	250	30,0	9,8	3,0



DİKKAT:

Tel çapı için daima torç üreticisinin belirttiği kontak memesini kullanınız. Kontak memesini meme gövdesine tam oturarak sıkışacak şekilde vidalayınız. Meme temizleyicilerle meme deliğim sık sık temizleyiniz. Aşınmış kontak memelerini hemen değiştiriniz.

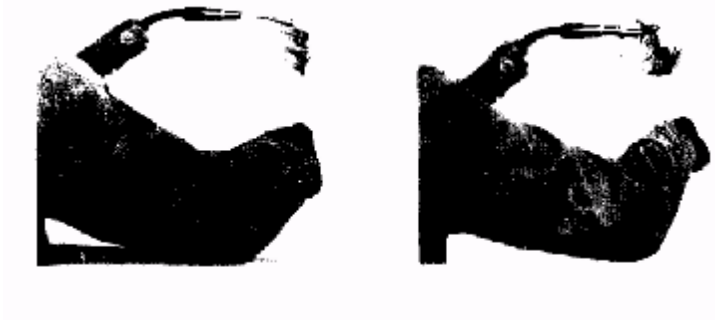
ÇÜNKÜ:

Kontak memesinin kaynak akımının tümünü tel elektroda iletmesi gerekir. Meme ne kadar tıkalı olursa, memeye akım geçişi ve dolayısıyla kaynak sırasında kaynak akım devresindeki elektriksel direnç o derece yüksek olur. Bu durumda arkın boyu değişir ve ark kararsızlaşır. Eğer kontak memesi sıkı bir şekilde teshil edilmezse, kaynak akımı sadece birkaç vida dişi üzerinden akar. Yüksek elektriksel direnç, kontak memesindeki ısınmanın, istenmeyen mertebelere ulaşmasına neden olabilir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Kararsız ark oluşur: torç çok ısınır (sıkı şekilde tespit edilmemiş kontak memesi halinde). Arızanın giderilmesi için aşınmış kontak memeleri hemen değiştirilmelidir. Doğru kontak memesi kullanılmalı ve sıkı şekilde vidalanmalıdır.

GÖSTERİM:



1. adım

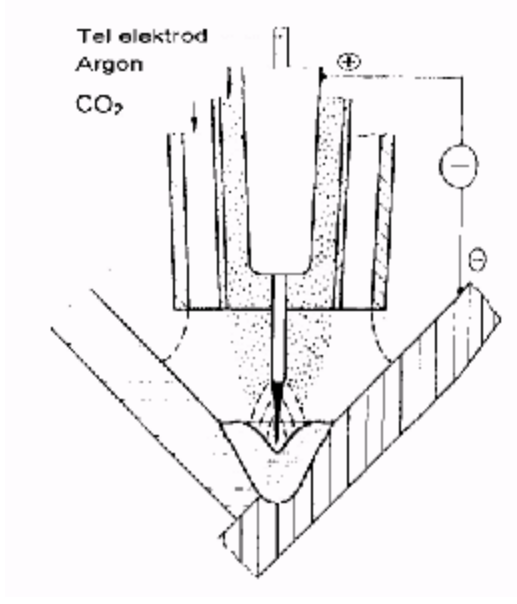
2. adım

4.7.1.2. Koruyucu Gaz Memesi

Koruyucu gaz memesi genellikle kontak borusuyla eşeksenli olarak yerleştirilmiştir. Zor ulaşılan kaynak bölgeleri için kullanılan torçlarda veya makina kırçlarında yanıl takılmış koruyucu gaz memeleri de kullanılabilir. Kontak borusuna bağılı gaz memesinin kullanımı, kendi kendini temizleme tertibatlarının kullanımını kolaylaştırır.

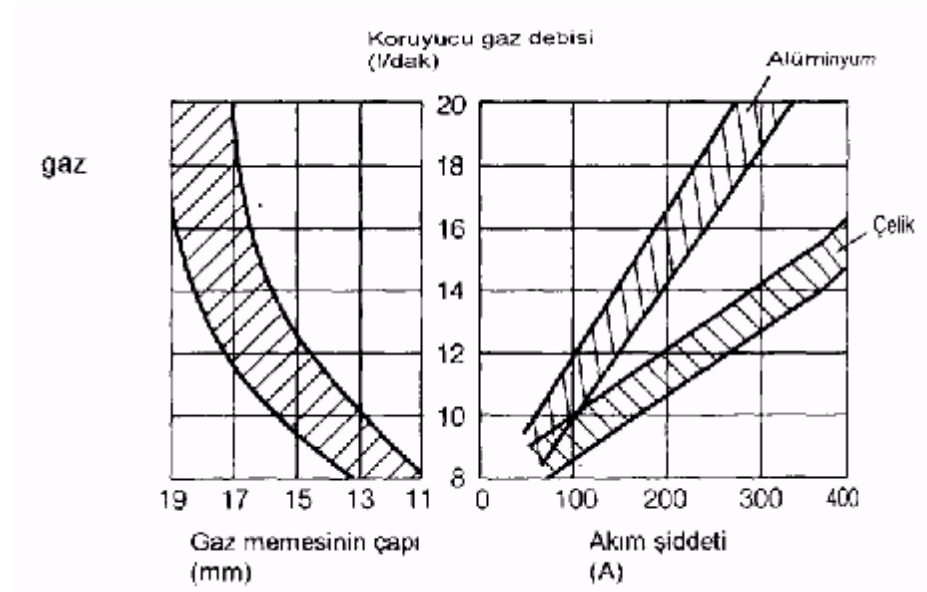
Kontak borusuna yanıl bağılı gaz memesinin kullanılması, bazı avantajlara sahip olmasına rağmen (örneğin kaynakçının kaynak bölgesini daha iyi görmesi gibi) kontak borusunun ucuna kadar gerekli izolasyon önlemleri ve parçanın değışen durumunda koruyucu gaz örtüsünün bozulması nedeniyle bu durum elle kaynakta pratik olarak kullanılamaz.

Torcun merkez ve örtü bölgesinde farklı gazların kullanımıyla yapılan kaynak için koruyucu gaz bölgesi, eşeksenli takılmış iki ayrı gaz memesiyle gerçekleştirilir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. iç ve dış koruma bölgesi için ayrılmış koruyucu gaz akışlı torç

Gaz memesinin büyüklüğü esas olarak erime gücüne ve akım şiddetine bağlıdır
(Şekil 4.17)



Şekil 4.17. Koruyucu gaz miktarının gaz memesi büyüklüğü ve akım şiddetine bağlı olarak değişimi

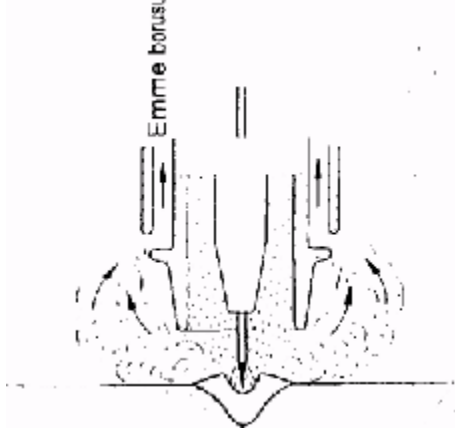
Gaz memesinin iç cidarının durumu, koruyucu gaz akışı üzerine büyük etki yapar. Sıçrama birikintileri, memeyi küçültür ve girdapsız bir koruyucu gaz akışını engeller. Koruyucu gaz kanalının, gaz memesinin ve kontak borusunun düzenli olarak temizlenmesi, gözeneksiz bir kaynak metali için çok önemlidir. Temizleme sırasında kontak borusunun eğilmemesine dikkat edilmelidir.

Gaz memesinin ve kontak borusunun yüksek sıcaklıklara ulaşması, sıçramaların yapışması için uygun bir durum oluşturur. Ayırıcı maddeler (meme spreyleri, pastalar), sadece aşırı ısınma oluşmadığı zaman temizlemeyi kolaylaştırır. **Soğuk** tutulabilen gaz memesi düzgün aralıklarla temizlendiğinde, sıçramalar neredeyse kendi kendine dökülür.

Yüksek oranda zararlı madde (duman, buhar) oluşan kaynak çalışmaları için başka türlü önlem alınamıyorsa, torcun kendisi bir duman emme düzeneğiyle donatılabilir, ilave meme, ayrı bir hortum üzerinden veya hortum paketiyle emme ve filtre donanımına bağlanır (4.18).

Torç veya parça bölgesinde gereğinden fazla miktarda ayırıcı madde olması, gözeneğe yol açabilir. Alüminyum esaslı malzemelerin kaynağında gözenek tehlikesi nedeniyle ayırıcı madde kullanımından tamamen vazgeçilmiştir.

Baum fische 37



Şekil 4.18 Duman emmeli torcun yapısı

DİKKAT:

Gaz memesi ile parça üst yüzeyi arasındaki mesafenin çok büyük olmamasını sağlayınız.

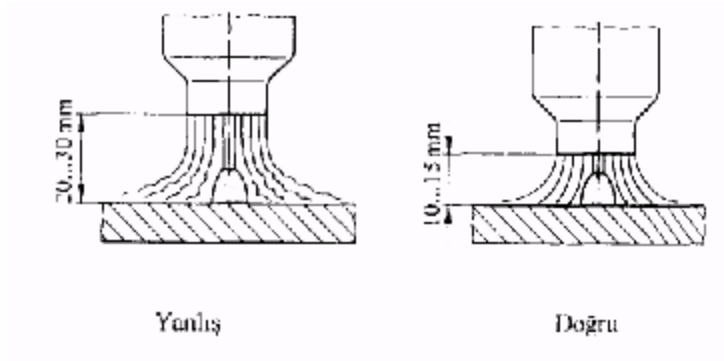
ÇÜNKÜ:

Mesafe büyük okluğu zaman, ark ve erimiş banyo bölgesinde kararlı bir koruyucu gaz akışı oluşmaz. Büyük mesafe ayarlarında gaz debisinin artırılması hem sınırlı bir etkiye sahiptir hem de pahalıya mal olur. Özel düzeneklerle, örneğin TIG torcundaki gibi "gaz merceği" ile büyük mesafelere laminar ve girdapsız koruyucu gaz akışı sağlanabilir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Gözenek oluşur. Hatanın giderilmesi için hatalı dikişler sökülmesi (örneğin taşlanarak, termik yöntemlerle oyularak) ve yeniden kaynak edilmelidir. Bu durumda yeniden ısı girdisi etkisine dikkat edilmelidir (iç gerilmeler, çarpılma, ısının tesiri altındaki bölgede içyapı değişimleri bakımından).

GÖSTERİM:



DİKKAT:

Zayıf koruyucu gaz örtüsü nedeniyle kaynak metalinde gözenekle karşılaştığınızda, gaz hortumunun veya magnet ventilinin tıkalı olup olmadığını kontrol ediniz. Gaz hortumunun vidalı bağlantısının (ayrıca töre bağlantısının sıkı şekilde tespit edilip edilmediğini kontrol ediniz.

ÇÜNKÜ:

Debi ölçme borusuyla torçta hiç veya düşük koruyucu gaz akışı belirlediğinizde, nedenlerini araştırmanız, gerekir. Nedenlerden biri, magnet ventilinin veya gaz hortumunun hiç veya çok az geçişe müsaade etmesi olabilir. Gaz hortumunda akım kablosu da bulunan hava soğutmalı torçlarda, yetersiz, kablo kesitinden dolayı, akım kablosu aşırı yüklenerek veya yerel olarak aşırı ısınarak gaz kablosunun deforme olmasına yol açabilir. (Bu durum bazen gaz hortumunun ve akım kablosunun katlanmasından dolayı da olabilir).

DİKKAT EDİLMEZSE:

Gözenek oluşur. Hatanın giderilmesi için vidalı bağlantılar sıkıştırılmalıdır; tıkanmalar giderilmelidir, hortum değiştirilmelidir. Hata olduğu takdirde hatalı dikişler sökülmeli (örneğin taşlanarak, termik yöntemlerle oyularak) ve yeniden kaynak edilmelidir. Bu durumda yeniden ısı girdisi etkisine dikkat edilmelidir (içgerilmeler, çarpılma, ısının tesiri altındaki bölgede içyapı değişimleri bakımından)

GÖSTERİM:

Tüm vidalı bağlantılar anahtarla sıkılmalıdır.

DİKKAT.

Yeterli koruyucu gaz debisine (gaz memesinde ölçülmüş) rağmen kaynak metalinde gözenekle karşılaşırsanız, koruyucu gaz akış kablosundaki tüm vidalı bağlantıları ve gaz hortumunu, magnet ventilini sızdırmazlık bakımından muayene ediniz.

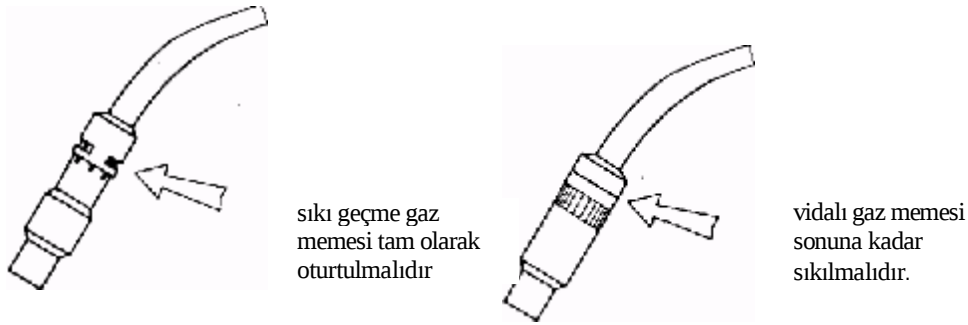
ÇÜNKÜ:

Koruyucu gaz akış kablosundaki küçük sızdırmazlık arızaları dahi, belirli akışkanlar mekaniği esaslarına göre, koruyucu gaz akışı içine havanın emilmesine yol açabilir. Bu arızalar torç gövdesindeki kılçak çatlaklar, seramik gaz memesindeki çatlaklar, hortum paketi içindeki gaz hortumundaki küçük delikler, gaz, memesinin sızdıracak şekilde vidalanmış olması ve yeterli sıkılıkta takılmamış sıkı geçine gaz memeleri olabilir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Gözenek oluşur. Hatanın giderilmesi için Sızdırma hataları giderilmelidir; makinadaki veya torçtaki hasarlı parçalar değiştirilmelidir. Hata oluştuğu takdirde hatalı dikişler sökülmeli (örneğin taşlanarak, termik yöntemlerle oyularak) ve yeniden kaynak edilmelidir. Bu durumda yeniden ısı girdisi etkisine dikkat edilmelidir (içgerilmeler, çarpılma, ısının tesiri altındaki bölgede içyapı değişimleri bakımından).

GÖSTERİM:



DİKKAT:

Arkın daima koruyucu gaz örtüsünün tam ortasında yanmasına dikkat edilmelidir.

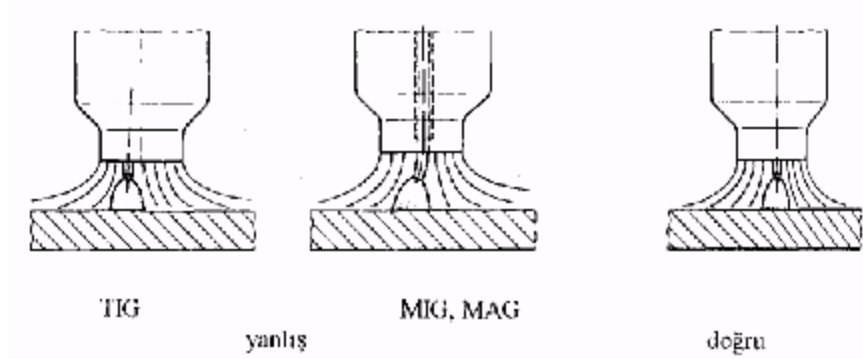
ÇÜNKÜ:

TIG kaynağında tungsten elektrod, gaz memesinin merkezinde bulunmalıdır. Bazen dış etkilerle TIG torcu hasar görür ve tungsten elektrod merkezden kaçık hale gelir. Yine, ince bir tungsten elektrod, taşlama sırasında eğilebilir. MIG/MAG kaynağında ise, kontak memesinin veya kontak borusunun sadece merkezlenmesine değil, aynı zamanda tel elektrodun kontak borusunun dışındaki kısmının bükülmemesine dikkat etmek gerekir. Tel elektrodun aşırı eğilmesi halinde, bir tel doğrultma aparatı kullanılmalıdır.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Gözenek oluşur Hatanın giderilmesi için hatalı dikişler sökülmeli (örneğin taşlanarak, termik yöntemlerle oyularak) ve yeniden kaynak edilmelidir. Bu durumda yeniden ısı girdisi etkisine dikkat edilmelidir (içgerilmeler, çarpılma, ısının tesiri altındaki bölgede içyapı değişimleri bakımından).

GÖSTERİM:

**DİKKAT:**

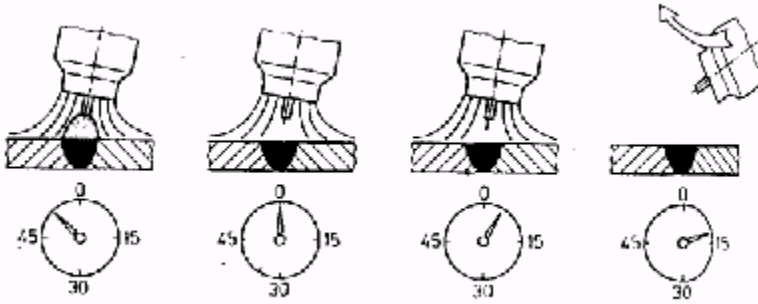
Arkın sönmesinden sonra, torcu, dikiş ucunda katılaşmakla olan kaynak metali üzerinde tutarak, kısa bir şiire koruyucu gaz art akışı oluşmasını sağlayınız

ÇÜNKÜ:

Henüz sıvı haldeki kaynak metalinin oksitlenebileceği havada değil, bir koruyucu gaz atmosferi altında katılaşması önemlidir. Bu nedenle arkı yanar haldeyken torcu kaldırmayıp, üzerindeki tetiğe basarak kapalınız.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Dikiş ucu oksitlenir. Uç krater şiddetli şekilde oksitlenir. Hatanın giderilmesi için gerektiğinde hatalı dikişler sökülmesi (örneğin taşlanarak, termik yöntemlerle oyularak) ve yeniden kaynak edilmelidir. Bu durumda yeniden ısı girdisi etkisine dikkat edilmelidir (içgerilmeler çarpılma, ısının tesiri altındaki bölgede içyapı değişimleri bakımından).

GÖSTERİM:**4.7.1.3. Sıçramaların Yapışmasını Önleyen Ayırıcı Maddeler**

Sıçramaların torç parçaları ve iş parçası üzerine yapışmaları, uygun ayırıcı maddelerle büyük oranda önlenabilir. Gaz memesine ve kontak borusuna püskürtme işlemi için silikon içeren ayırıcı maddeler ve başka pek çok ürün mevcuttur. Parçanın kaplanması, ayırıcı maddenin daha sonraki boya tabakalarının yapışmasını zorlaştıracak dikkate alınmalıdır. Parçanın korunması için ayırıcı madde seçiminde bu nedenle daha sonraki yüzey koruma işlemlerinin göz önünde bulundurulması gerekir. Torçta kullanılan ayırıcı maddenin etkinliği, bileşimi dışında meme sıcaklığına ve sıçrama büyüklüğüne de bağlıdır.

DİKKAT:

Gaz memesini sıçramalardan temizlemek için kullandığınız temizleme spreyini, parça yüzeyini temizlemek amacıyla sadece özel durumlarda kullanınız. Bu amaçla silikon yağlı spreyleri hiçbir zaman kullanmayınız. Muhtemel zararlı etkileri bakımından önceden test ediniz.

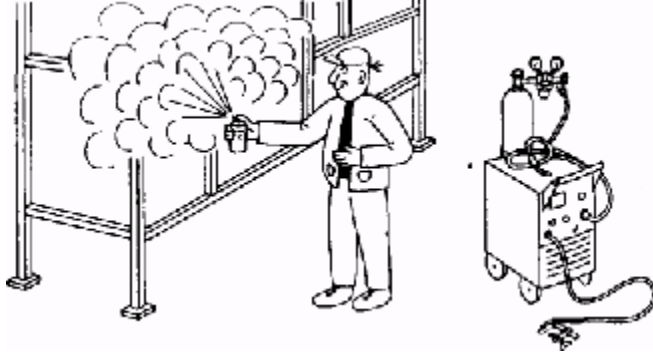
ÇÜNKÜ:

Parça yüzeyinde artık halde bulunan silikon içerikli spreyler, sonraki bir boyama veya kaplama işlemi için sakınca oluşturur. Yüzeyde sprey kullanımından hemen sonra kaynak yapılan durumlarda, özellikle içköşe kaynaklarında gaz oluşumu ve gözenek görülebilir. Çevre koruma ve sağlık bakımından da çözücü maddelere ve çıkan gazlara dikkat edilmelidir. Kullanımdan kaçınılamayan yerlerde: en düşük dozda ve sadece başka türlü ulaşılamayan yerlerde kullanılmalıdır.

UYARI: Demiryolu ve tramvay köprülerinde, parça üzerinde kaynak koruyucu spreylerinin kullanımı yasaktır.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Boya, galvanik tabaka, kromaj veya diğer kaplamaların yapışma kabiliyeti zayıflar. Uygun olmayan durumlarda gözenek oluşur. Hatanın giderilmesi için kökteki bozukluklar giderilmeli ve sıçrama oluşturmamaya çalışarak kaynak edilmelidir. Kaynak makinasının ayarları doğru yapılmalı ve daha az sıçrama yapan koruyucu gaz kullanılmalıdır. Ayrıca impuls tekniği de kullanılabilir.

GÖSTERİM:**DİKKAT:**

Sıçramaların yapışmasını azaltmak için, düzenli aralıklarla bir ayırıcı sıvı ile gaz memesine püskürtme işlemi uygulayınız. Ancak koruyucu gazın çıkış meme parçasının tamamına püskürtmeyiniz. Püskürtme sıvısı yerine meme koruyucu pasta da kullanabilirsiniz (memenin sadece 2-3 mm'si daldırılmalıdır).

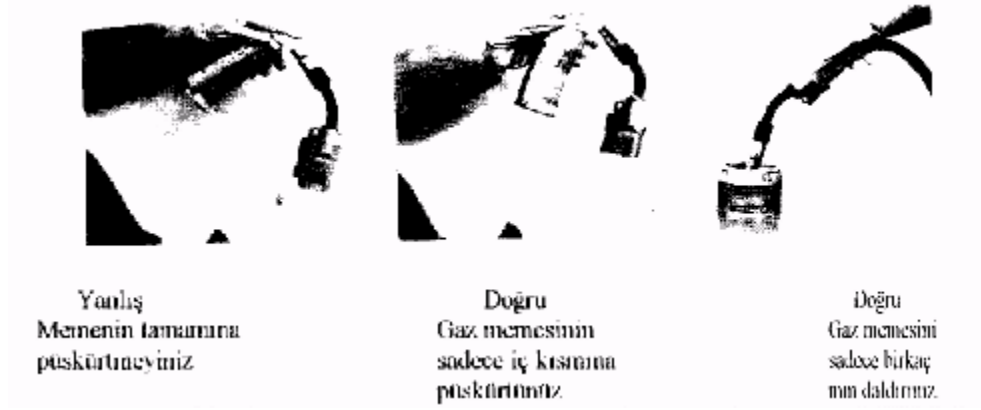
ÇÜNKÜ:

Kullanılan ayırıcı madde, gaz memesinin cidarlarını sadece ıslatmalı, ancak meme gövdesinin gaz çıkış borusunda büyük miktarlarda birikmemelidir. Aksi takdirde boruya zarar verebilir. Bu durumda meme iç hacminden düzgün miktarda koruyucu gaz çıkışı bozulur. Dolayısıyla koruyucu gaz örtüsü kaynak banyosunu düzgün şekilde kaplayamaz.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Gaz memesine kuvvetli şekilde yapışmış sıçramalar meydana gelir. Gözenek oluşur.

GÖSTERİM:



DİKKAT:

Gaz memesine yapışmış sıçramaları düzenli şekilde uzaklaştırınız. Meme gövdesinin iç kısmında sıçramaların asla bir köprü oluşturmamasına müsaade etmeyiniz

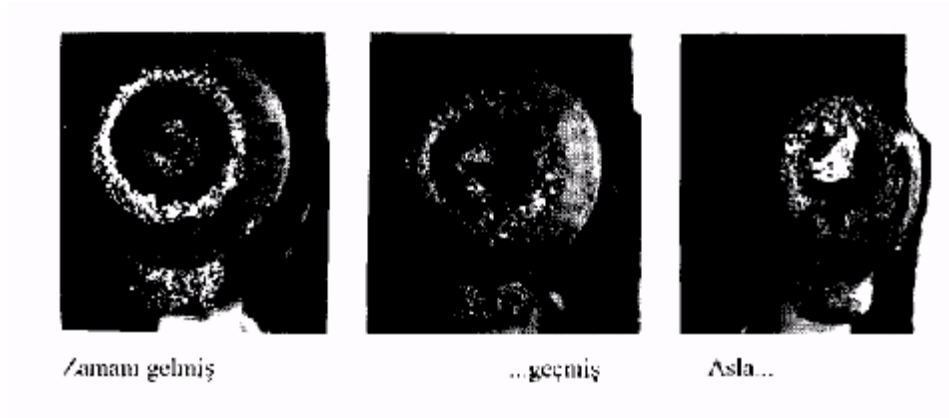
ÇÜNKÜ:

Kuvvetli sıçrama birikintisi, kaynak banyosunun koruyucu gazla problemsiz şekilde örtülmesini zayıflatır. Az, miktardaki sıçrama birikintisi bile girdap oluşturarak laminar gaz akışını önemli şekilde bozar. Memenin yüzeysel olarak temizleyicilerle temizlenmemesi durumunda, memenin iç kısmında sıçramaların büyük miktarda birikmesi, koruyucu gaz çıkış borusunu tıkalabilir ve en kötüsü -meme üzerindeki izole parçaların hasar görmesi durumunda- parça ile metalik gaz memesinin temas etmesi halinde, meme ile parça arasında akım geçişi meydana gelebilir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Gözenek oluşur. Kontak memesi ile gaz memesi arasında ark veya kısa devre oluşur. Hatanın giderilmesi için dikiş içinde gözenek oluşumuna müsaade etmeyiniz - gaz memesinin temizlenme masrafı, gözenekli kaynak dikişlerinin tamir masrafından çok daha düşüktür.

GÖSTERİM:

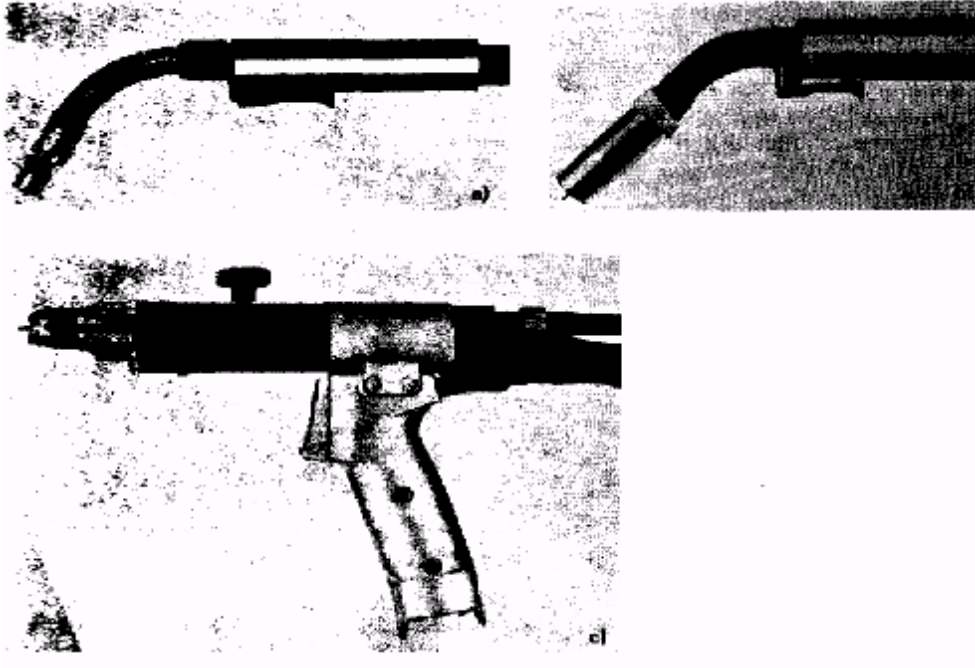


4.7.2. Torçların Türleri

Şekil 4.19, günümüzde en yaygın kullanılan beş tür torcu göstermektedir. Bunlar şekli bakımından eğik boyunlu (kuğu boynu) torç, tabanca formundaki torç, **push-pull** torcu, küçük makaralı torç ve makina torcudur. Kuğu boynu torç, tel elektrodun kontak borusunun eğikliğinden dolayı sıkı bir temas olması nedeniyle, tabanca şeklindeki torca göre daha emniyetli bir akım iletimi üstünlüğüne sahiptir. Ancak tabanca şeklindeki torçlar, düz şekilli kontak borusu dolayısıyla daha düşük sürtünme direnci gösterir. Bu şekilde, aşınan kontak borularında karşılaşılan kontak zorluklarını göstermez. **Push-pull** tipi torçlar, daha önce de açıklandığı gibi, telin hortum paketi içinde bükülmesini önleme avantajını gösterirler. Makina torçları, tam mekanize tesislerde kullanılır.

Güç bakımından torçlar şu şekilde sınıflandırılır: Hava veya gaz soğutmalı torçlar yaklaşık 250 Amper'e kadar kullanılır. Suyla soğutulan torçlar yaklaşık 500 Amper'e kadar kullanılır. Suyla soğutulan makina torçları ise yaklaşık 800 Amper'e kadar kullanılır.

Su ile soğutma, kontak borularının aşınmasını azaltır ve gaz memesinde sıçramaların yapışmasını sınırlar.



Şekil 4.19. Başlıca torç türleri (devam).

- a) havayla soğutula eğik boyunlu torç
- b) suyla soğutulan eğik boyunlu torç
- c) tutamak kısmının vidasından sökülmesiyle makinada da kullanılabilen su soğutmalı TIG tabancası

d) küçük makaralı torç

DİKKAT:

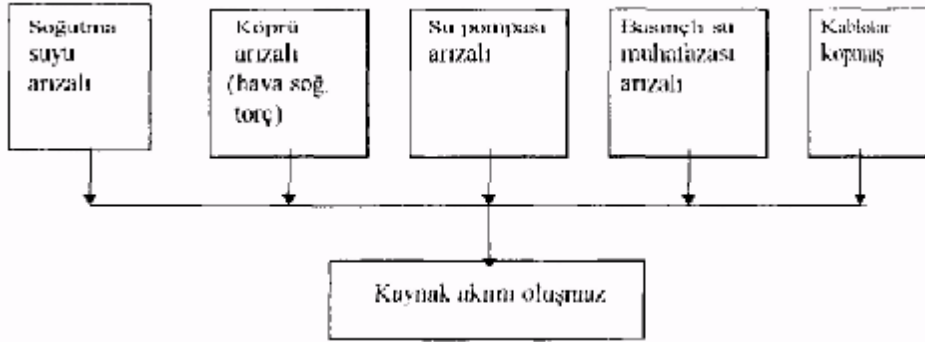
(Bu kural su soğutmalı cihazlar için geçerlidir.) Cihaz bazı fonksiyonların yerine getirmesine rağmen kaynak akımı sağlanamıyorsa, soğutma sisteminin tam dolu olup olmadığını kontrol ediniz.

ÇÜNKÜ:

Su soğutmalı torç, cihazdaki basınçlı su muhafazası veya akım muhafazası aracılığıyla güvenliği bozulursa, soğutma suyu olmadan kaynak yapılamaz ve torç aşırı ısınacağından hasar görür. Emniyet düzeneği çoğunlukla kaynak akım koruyucusunun devreye girdiği akım devresinde yer alır. Soğutma suyu arızalandığında, kullanım sırasında gaz veya tel ilerlemesi olmasına rağmen kaynak akımı oluşmaz. Bu durum, tam doluluk halinde de oluşursa, bu halde su pompası veya basınç muhafazası (akım muhafazası) veya bunlar için kullanılan anahtar (mikroşalter) arızalı olabilir.

DİKKAT EDİLMEZSE: Kaynak akımı oluşmaz. Arızanın giderilmesi için soğutma suyu tamamlanmalıdır. Gerekliğinde su pompası, basınç muhafazası, mikroşalter değiştirilmelidir.

Gösterim:



UYARI:

Elektrikli parçalar üzerinde çalışmanın sadece, konunun tehlikelerinden haberdar ve gerekli koruyucu önlemleri almış, ilgili veya yetkili personel tarafından yapılması gerekir.

DİKKAT:

(Bu kural su soğutmalı cihazlar için geçerlidir.) Torcun beklenmedik şekilde aşırı ısınması halinde, yeterli soğutma suyu akışı olup olmadığını kontrol ediniz. Çok az bir su akışı halinde, torcu dönüş yönünde teiniz suyla doldurarak soğutunuz.

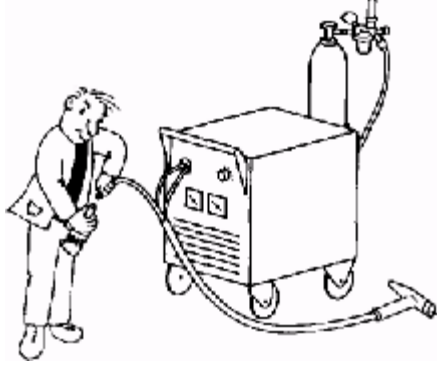
ÇÜNKÜ:

Soğutma suyu sisteminde düzensizlik olması halinde, torçtaki ince soğutma kanallarında tıkanma mevcut olabilir. Bu halde, yeterli pompalama basıncı olsa bile, çok az soğutma suyu akar. Su kısma anahtarı bu durumda işe yaramaz. Soğutma suyu miktarını çok basit bir şekilde kontrol edebilirsiniz: Cihaz üzerinde bulunan, torcun su geri dönüş vidasını sökünüz. Cihazı çalıştırınız ve bu haldeyken geri dönen su miktarını **ölçünüz**. Bu halde boş bir bira şişesi dolacak kadar su gelmelidir - şişenin yaklaşık 20 saniyede dolması gerekir. Bu miktar, 1,5 l/dak'lık bir soğutma suyu debisi anlamına gelir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Torcun soğutma kanalları tıkalıdır. Torç aşırı ısınır. Arızanın giderilmesi için soğutma suyunun debisini ölçünüz. Torcu su ile soğutunuz; sonra da gerekli soğutma suyunu ilave ediniz.

GÖSTERİM:



DİKKAT:

(Bu kural, tüm metaller, özellikle alüminyum ve alaşımları için ve kapalı soğutma devresi olmayan, su soğutmalı torçlar için geçerlidir.) Kaynak dikişinde gözenek oluştuğunda, torçtaki contaları değiştiriniz.

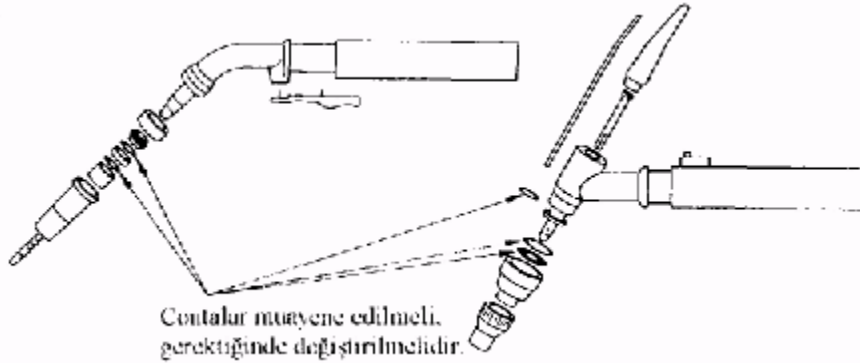
ÇÜNKÜ:

Alüminyum, hidrojenin yol açtığı gözenekliliğe özellikle eğilimlidir. Muayene sırasında gözle görülemeyecek derecede küçük damlacıkların düşmesine yol açtığından, torçtaki en küçük sızdırmazlık conta hataları bile koruyucu gaz için küçük miktarda hidrojen oluşturabilir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Gözenek oluşur. Hatanın giderilmesi için hatalı dikişler sökülmesi (örneğin taşlanarak, termik yöntemlerle oyularak) ve yeniden kaynak edilmelidir. Bu durumda yeniden ısı girdisi etkisine dikkat edilmelidir (içgerilmeler, çarpılma, ısının tesiri altındaki bölgede içyapı değişimleri bakımından).

GÖSTERİM



DİKKAT:

(Bu kural sadece su soğutmalı cihazlar için geçerlidir.) Soğutma suyunun donma tehlikesine karşı, bir antifriz ile yeterli konsantrasyona ayarlanmalıdır. Cihaz üreticilerinin soğutma suyu ilavesiyle ilgili özel talimatlarına dikkat ediniz (örneğin torçta elektrolitik aşınmadan kaçınmak için).

ÇÜNKÜ:

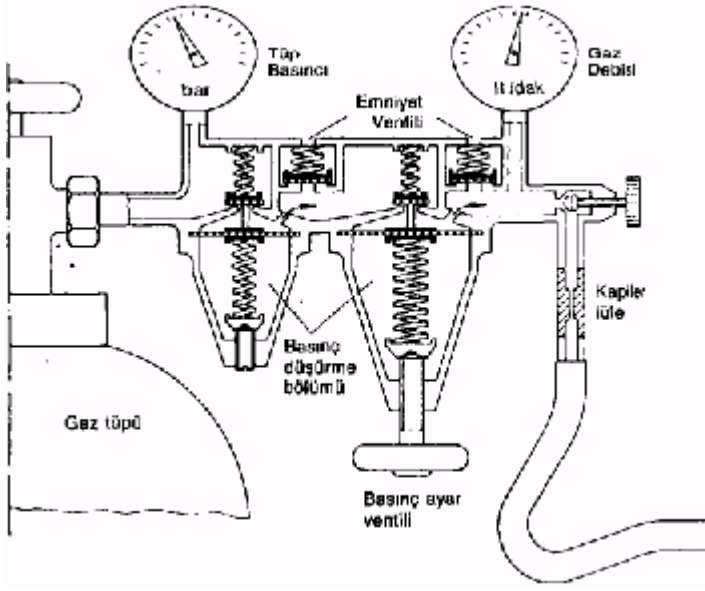
Kışın pazar ve tatil günleri, atölyeler genellikle ısıtılmaz. Antifriz içermeyen su soğutmalı cihazlar bu durumda donabilir. Soğutucu cihaz ve hortumlar patlayabilir; pompalar ve basınçlı su anahtarı tahrip olur. Alkol kullanımına dikkat ediniz. Dikkatsizce miktarlarda alkol kullanımı yangın tehlikesi oluşturur. Cihazda fazla miktarda alkol bulunması, aralılarda oluşacak bir kıvılcımla veya fırça kıvılcımla yangına yol açabilir. Tehlikesizce kullanılabilen antifrizi tercih ediniz.

DİKKAT EDİLMEZSE:

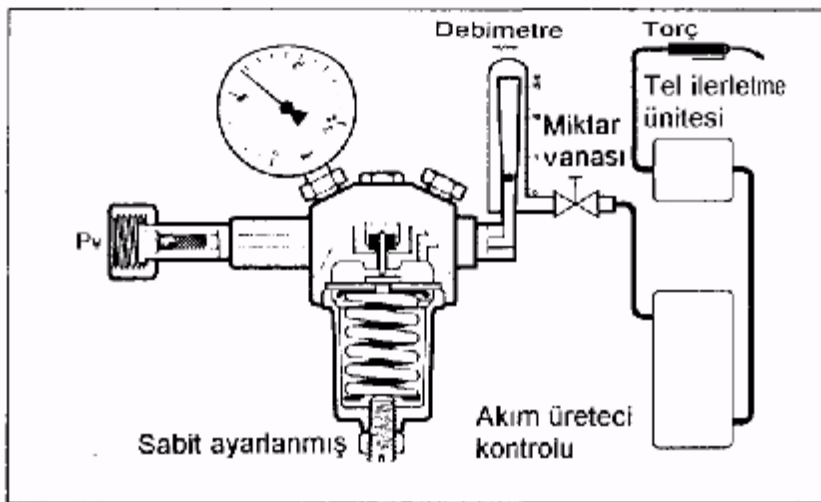
Kaynak makinesinin veya torcun soğutma sistemi arızalanır. Arızanın giderilmesi için hasarlı parçaları değiştiriniz.

GÖSTERİM:**4.8. Basınç Düşürme Manometresi ve Debimetre**

Tüpten veya dağıtım hattından gelen koruyucu gaz ilk olarak basıncının kullanma basıncına düşürülmesi gerekir. Hemen sonra da debisi ayarlanmalıdır. Ayarlanan akış debisi, l/dak cinsinden ölçüm yapan, kapiler boru ile birleşik bir manometreden okunabilir (Şekil 4.20). Kapiler boruda bir arıza olduğu takdirde, gerçek koruyucu gaz debisi, manometrede gösterilen tüketime göre oldukça yüksek olur. Bu durum kaynak için sakıncalıdır. Çünkü koruyucu gaz debisi ne kadar yüksekse kaynaktaki o derece yüksek hata ihtimali vardır. Bu durumda bilyalı ölçüm en uygun yöntemdir (Şekil 4.21) ancak biraz pahalıdır. Burada rotametredeki iğneli bir ventil yardımıyla tüketim l/dak cinsinden ayarlanır ve debi ölçme borusu içindeki uçan bilya tarafından gösterilir. Bu durumda kapiler boru gerekli değildir.

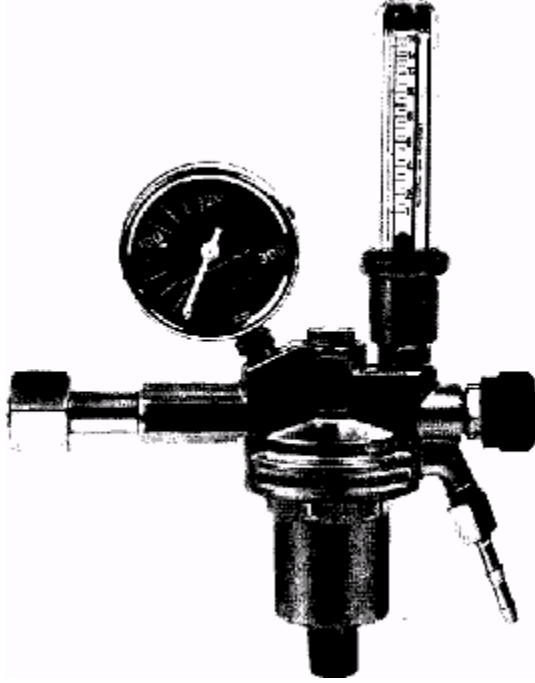


Şekil 4.20. Basınç düşürme manometresi



Şekil 4.21. Bilyalı debimetre takılı manometre

Bilyalı ölçüm aleti, doğrudan gaz çıkış lülesine takılabilen ve torçtan çıkan gerçek gaz debisin ölçen küçük br gaz ölçüm borusudur. Gaz debisi, bilyalı borunun üzerindeki işaretlerlerden, kullanılan gaz türüne uygun olanı göz önünde tutularak ayarlanır (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Koruyucu gaz çıkış memesine takılan ölçüm aparatı

DİKKAT:

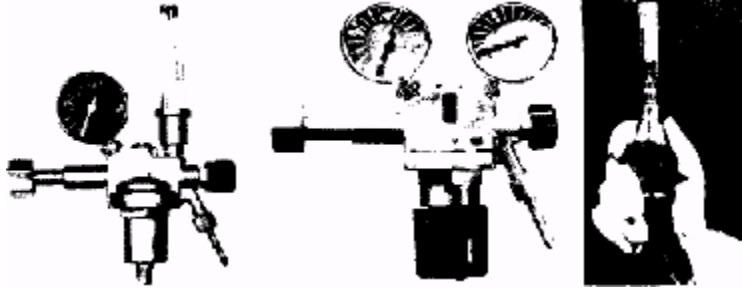
Debimetresi olmayan basınç düşürme manometresi (basınç regülâtörü) kullandığınızda, gösterilen koruyucu gaz miktarının doğru olup olmadığını düzenli olarak kontrol ediniz.

ÇÜNKÜ:

Koruyucu gaz debisi litre göstergeli bir manometre ile ölçülüyorsa, bu durumda uygun çıkış nozulunun kullanılması gerekir. Ayarlanan değerler, ancak uygun çıkış nozulu kullanıldığında doğru olur. Kullanılan çıkış nozulunun taneciklerle kısmen veya tamamen tıkanmış olmaması gerekir, bu taneciklerin, debimetreye dıştan bakıldığında görülemeyecek ölçüde temizlenmeleri lazımdır. Uygun çıkış nozulları ya vidalı (basınç regülâtörü ile gaz hortumu arasında veya makina ile torç arasında) veyahutta imalatçı firma tarafından regülâtöre takılmış halde imal edilir (örneğin gaz hortumunun bağlantı parçası olarak).

DİKKAT EDİLMEZSE:

Yanlış koruyucu gaz miktarı oluşur. Hatanın giderilmesi için çıkış nozulu muayene edilir, gerekiyorsa üflenir veya değiştirilir. Debi muayene borusuyla torçtaki gaz çıkışı miktarı muayene edilir.

GÖSTERİM:

Debimetreli basınç regülatörü: Bu gösterim doğrudur.	Manometreli basınç regülatörü: bu gösterim yanlış olabilir.	Debi muayene borusu
--	--	------------------------

DİKKAT:

Bir tüp değiştirme halinde, basınç düşürme manometresini (regülatör) takmadan önce, koruyucu gaz tüpünün vanasını kısa bir süre açınız.

ÇÜNKÜ:

Taşıma sırasında tüpün manometre takılan kısmı içinde toz veya pislik toplanabilmektedir. Bu tip safiyetsizlikler, manometre takılmadan önce üflenmezse -özellikle manometre takılan bağlantı kısmındaki filtre arızalı ise- tozlar gaz akışı ile birlikte manometreye girmekte ve manometrenin fonksiyonuna zarar vermektedir. Manometre oturma kısmından gelen safiyetsizlikler makina açıldıktan sonra, çalışma basıncını manometre skalasında gösterilen, müsaade edilen basıncın üzerine çıkarmaktadır.

DİKKAT EDİLMEMELİ:

Basınç düşürme manometresindeki kirlenme nedeniyle gaz akışı artar veya koruyucu gaz cihazının kapatılmışından sonra basınç düşürme manometresi emniyet vanası üzerine gaz üfler. Arızam giderilmesi için basınç düşürme manometresinin bağlantı kısmındaki filtre kontrol edilir: gerektiğinde değiştirilir (Satıcının yedek parça listesine dikkat ediniz); veya filtre değiştirilir (sadece uzman biri tarafından); veya değiştirilir (satıcının tamir atölyesinde).

DİKKAT:

Servis istasyonundan bir tamircinin, arızalı bir kaynak makinanızı tamir etmesini istediğinizde, arızanın açıkça tanımlanabilmesi için cihazınızın tipini (mümkünse imal yılını veya tahmini yaşını), torç tipini vs. mümkün olduğu kadar açıkça bildiriniz. Bu bilgiler bazen arızanın telefonla bile tespit edilebilmesini sağlar.

ÇÜNKÜ:

Bazen basit bir arıza, örneğin tamircinin atmış bir sigortayı tamir için evinize gelmesi size çok pahalıya mal olabilir. Aynı şekilde cihazdaki arızayı kendiniz tamir edemediğiniz zaman, bilgileri ne kadar doğru verirseniz,

tamirci ön hazırlığını o derece doğru yapar. Bu tamircinin sadece gerekli yedek parçaları yanında getirmesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda -özellikle eski cihazlarda-eski devre şemalarını ve yedek parça listelerini inceleyerek yedek parça teminini de mümkün kılar.

GÖSTERİM



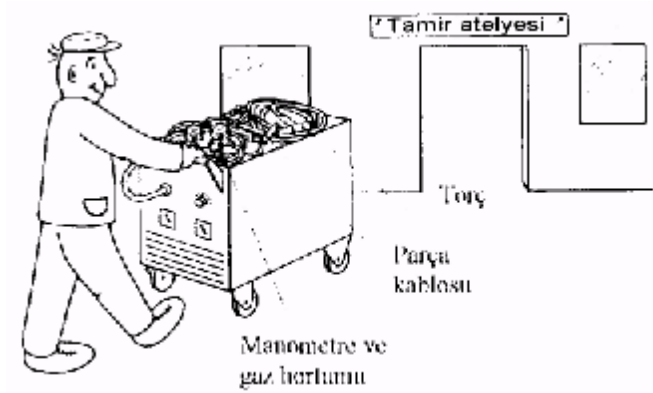
DİKKAT:

Kaynak makinanızı tamir için servise verirken, tüm olarak (torcuyla, manometresiyle beraber) tamir edilmesini sağlayınız. Bazen servis şirketi cihazın fonksiyonlarını test edebilmek için bunlara da ihtiyaç duyabilir.

ÇÜNKÜ:

Kullanıcı, bazen arızanın kaynak makinasında veya kumanda düzeninde olmadığını ve torçta veya manometrede olduğunu anlamayabilir. Servis istasyonu, tüm parçaları test etmeden arızanın kaynağı bulunamayabilir. Bu durum, özellikle örneğin iki ayrı arıza noktası olduğu zaman önem taşır.

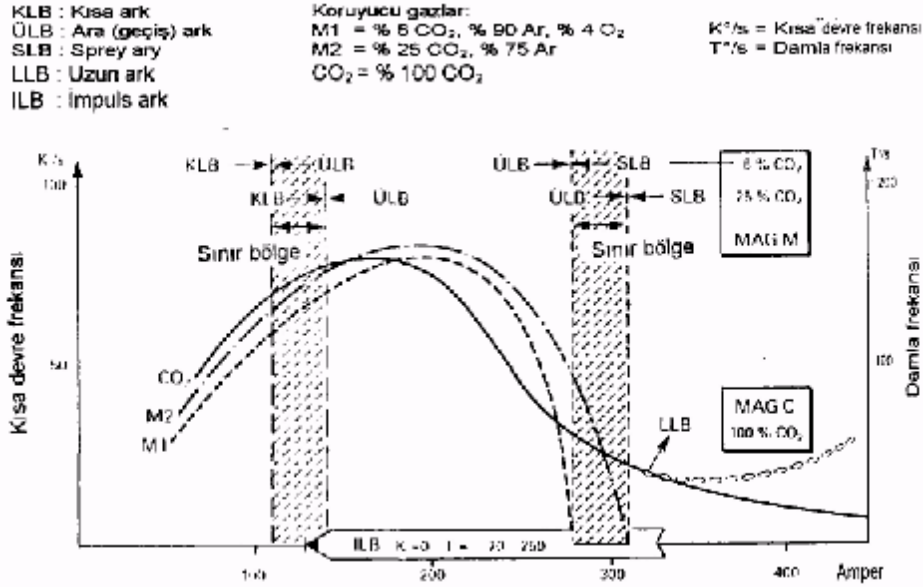
GÖSTERİM



4.9. Arkta Malzeme Geçiş

MIG/MAG kaynağında koruyucu gazın karakteristiklerinin ve ayarlanan kaynak parametrelerinin etkisiyle, çeşitli malzeme geçiş türleri oluşturulabilir.

Şekil 4.23, genel olarak koruyucu gaza ve tel elektroda uygulanan akım şiddetine bağlı olarak oluşan ark türlerini göstermektedir.



Şekil 4.23. 1,2 mm tel elektrodla MAG kaynağında güç bölgeleri ve malzeme geçişini gösteren çalışma bölgeleri

Bu şekildeki bulgular aşağıdaki gibi açıklanabilir:

- Şeklin solunda kısa ark'tan impuls ark'a kadar ark türleri gösterilmiştir.

Açıklama: Ara (orta) ark, standart bir ark türü değildir. Kısa ark ile sprej ark arasındaki kritik "Geçiş" noktasının alt yarısındaki hatalı çalışma bölgesini gösterir. Uluslararası standardizasyona göre "Geçiş arki" olarak adlandırılır. "Mixed arc" (karışık ark) daha iyi bir tanımlamadır.

- Kullanılan kaynak koruyucu gazları, (şeklin ortasının üstünde), M1 ve M2 karışım gazları (analiz) ve CO₂'dir.

- Kısa devre frekansı K°/s veya damla frekansı T°/s ordinatın sağında ve solunda bulunmaktadır.

- Şeklin altına kadar: Burada kısa arkta düşük Volt/Amper bölgesinden, sprej ark veya uzun arkta yüksek Volt/Amper bölgesine kadar 1,2 mm çapında tel elektrodla çalışılmıştır ve tüm koruyucu gazlar için bu parametre kombinasyonları doğru seçilmiştir. Bu şekilde her bir ark türü elde edilmek

istenmiş ve 100 Amper'in altında başlanmıştır.

4.9.1. Kısa Ark-Orta (Ara) Ark Bölgesi

100 Amper'in üzerinde sürekli artan akımla kaynak yapıldığında, kısa ark ile orta (ara) ark arasındaki sınır bölgesine ulaşırız. Bu sınırın üzeri kararsızdır ve hem gerilim ve akım değerlerinin seçimi hem de kontak borusu mesafesi birlikte rol oynadıklarından, kesin bir değere ulaşılması güçtür.

-kısa devre ark olarak da bilinen- kısa ark, kısa devre çevrimlerinin ölçüldüğü uzunlukta meydana gelir. Yaklaşık 200 Amper'e kadar artan akımda, tüm koruyucu gazlar için kısa devre frekansı K°/s artar. Bunun nedeni, damla büyüklüğü aynı kalırken tel ilerlemesinin artmasıdır. 1,2 mm tel çapı için en yüksek kısa devre frekansı 160 ila 200 Amper'de oluşur.

4.9.2. Orta (Ara) Ark Bölgesi

Güç 250 Amper seviyesine çıkarıldığında, telin ilerlemesi artsa bile kısa devre frekansı sona erer. Bu durumda damla büyüklüğü kararsızlaşır ve ince ve iri damlalar karışık hale gelir. Her türlü koruyucu gaz için, sıçrama oluşumu gösteren düzensiz kısa devreler oluşur.

Güç daha da arttırılırsa, koruyucu gazların birbirinden farklı değerlendirilmesinin gerektiği durumlar oluşur. Şekil 4.22 'ye tekrar bakılırsa, CO₂ koruyucu gazı halinde bir sınır bölgeye ulaşılamadığı ve dolayısıyla orta (ara) ark meydana gelmediği görülür.

4.9.3. Orta (Ara) Ark - Sprey Ark (MAGM) Sınır Bölgesi

Hacimce % 6 CO₂ içeren M1 karışım gazı halinde, 270 Amper'de kısa devre frekansı "O" olur. Bu, ani olarak çok yüksek damla frekansına sahip sprej ark'a kritik geçiş noktasıdır. Burada malzeme kısa devresiz olarak geçer.

270 Amper'de hacimce % 25 CO₂ içeren M2 karışım gazı halinde, orta (ara) arkta hala kısa devre görülür. Sprej ark kritik bölgesine ilk olarak 310 Amper'de oluşur.

Dolayısıyla karışım gazdaki CO₂ içeriğinin artması geçiş noktasının daha yüksek akım değerlerinde oluşmasına yol açmaktadır. Bu nedenle MAGM yönteminde orta (ara) ark ile sprej ark arasındaki sınır bölge, koruyucu gazın bileşimine, daha açık bir ifadeyle koruyucu gazdaki CO₂ miktarına bağlıdır.

4.9.4. Orta (Ara) Ark - Uzun Ark (MAGC) Bölgesi

Hacimce % 100 CO₂ halinde kritik ara nokta görülmez. Bunun yerine orta (ara) arkta uzun ark'a yumuşak ve düz bir geçiş meydana gelir. Bu durumda, büyük damla oluşumundan doğan kısa devreler her zaman görülür. Kısa devresiz uzun ark elde etmek için, 1,2 mm tel çapına yaklaşık 500 Amper'lik akım uygulanması gerekir. Bu derece yüksek güç, kural olarak kaynak yaparken kullanılmaz, sonuçta pratikte CO₂ koruyucu gazı altındaki kaynakta her zaman kısa devreler oluşur ve dolayısıyla sıçramalarla karşılaşılır.

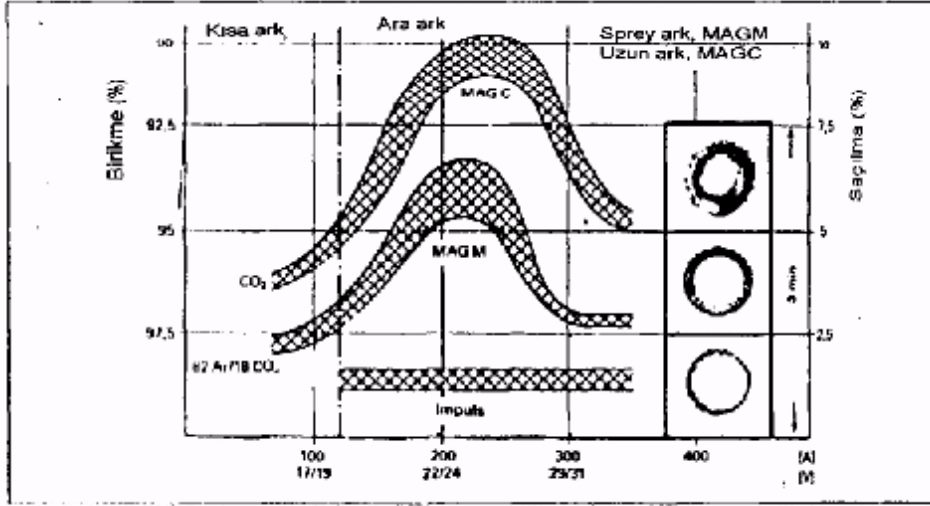
Uzun ark tanımlaması, malzeme geçişinin genellikle kısa devre köprüleri ile olmasından dolayı

pek uygun düşmemektedir. Kısa devre oluşumu istenmemesine rağmen, ark uzadıkça damlalar birbirine daha da fazla yapışır. Bu ifade, en yüksek gerilme değeri için de söylenebilir.

4.9.5. İmpuls Ark Bölgesi

İmpuls arkta, malzeme geçişi daima kısa devresizdir, böylece toplam çalışma bölgesinde sıçrama davranışı hemen hemen hiç görülmez.

Burada ara (orta) ark görülmez. Şekil 4.24'de de gösterildiği gibi birbirleriyle karşılaştırılan gaz memesinin iç cidarındaki sıçrama halkaları 3 dakikadan sonra elde edilmiştir.



Şekil 4.24. Ark türünün sıçrama birikintisine etkisi.

4.9.6. Karışım Gazlarda Kritik Sınırların Aşılması

Kaynak işlemi müsaade ettiğinde, sınırlar, aşağıdaki önlemlerle, sıçramanın görülmediği spray arka doğru aşılabılır:

- tel ilerlemesi yaklaşık 1,0 m/dak'lık hızla yavaş yavaş artırılır; böylece spray ark bölgesi uzatılır.

- düşük CO₂ içerikli bir karışım gazın kullanımı, kritik sınırı düşük akım değerine doğru kaydırır.

4.9.7. Çalışma Bölgeleri Aracılığıyla Eğitim

Bir kaynak eğitim kursunda, kısa ark'tan spray ark'a kadar tüm ark türleri aracılığıyla, koruyucu gaz bileşiminin malzeme geçişine etkisi öğrenilebilir. Bunun için, kaynak parametreleri (özellikle kontak borusu mesafesi olmak üzere akım şiddeti) sabit tutulmak şartıyla, CO₂ içeriği değişen koruyucu gazlar kullanılmalıdır. Böylelikle CO₂'nin ark türü üzerine etkisi açıkça görülebilir.

Tavsiye edilen kontak borusu mesafesi 20 mm'dir.

4.9.8. Özet

Sonuçta, Şekil 4.18'de gösterildiği gibi, sprej ark geçişin sınırlarına ulaşmak için akım değerinin kesin olması önemli değildir. Damla geçişinin ince, iri veya en ince olması için, ark sırasında optik ve akustik uyarılarla kendini gösterecek tarzda, ark türleri arasında farkların olduğunun bilinmesi gerekir. Doğal olarak parça üzerindeki sıçrama miktarına dayanarak da yorum yapılabilir. Bu durum özellikle CO₂ kullanılan yüksek akım şiddetindeki ark türü (uzun ark) için geçerlidir. İri taneli, kısa devreli ve birbirine yapışmış damla geçişi sıçrama birikintisini artırır. Bu hususta impuls ark, tüm ayar bölgelerinin ideal değerinde olması şeklinde davranır.

Tablo 4.4'de, düşük alaşımlı çelik tel kullanılan, çeşitli koruyucu gaz ve tel elektrod çaplarında ark bölgelerinin değişimi için gerekli akım/gerilim değerleri gösterilmektedir.

Tablo 4.4. Farklı koruyucu gaz ve tel elektrod çaplarında ark bölgelerinin değişimi için gerekli akım/gerilim değerleri.

Tel φ mm	Koruyucu gaz	Kısa ark 1)		Ara (orta) ark 1)		Sprey / Uzun ark 1)	
		'den	'e kadar	'den	'e kadar	'den	'e kadar
0,8	Ar+%8O ₂	50A/14,6V	140A/18V	128A/20,2V	168A/22,4V	195A/24V	220A/29V
0,8	Ar+%5CO ₂ +%5O ₂	50A/14,3V	142A/18V	130A/21,5V	170A/23,8V	165A/25,2V	220A/31V
0,8	Ar+%10CO ₂	50A/15V	150A/19,5V	140A/21,5V	175A/22,8V	168A/25,2V	220A/30,5V
0,8	Ar+%18CO ₂	50A/15,5V	160A/22V	145A/24,8V	193A/26V	178/26,2V	225A/33,5V
0,8	Ar+%25CO ₂	50A/15,5V	148A/20,4V	135A/22,8V	173A/25V	185A/26,5V	215A/35,5V
0,8	CO ₂	50A/15,4V	113A/21,2V	92A/23,6V	135A/23,5V	128A/25,8V	195A/36V
1,0	Ar+%8O ₂	65A/14,8 V	170A/17,8V	155A/20V	210A/22,5V	195A/24,5V	280A/31,5V
1,0	Ar+%5CO ₂ +%5O ₂	65A/14 V	168A/18,5V	155A/20V	200A/23,5V	182A/25V	280A/32,5V
1,0	Ar+%10CO ₂	65A/15 V	175A/19,5V	160A/21,8V	215A/24,5V	205A/26,5V	280A/31,5V
1,0	Ar+%18CO ₂	65A/15,2 V	177A/20,5V	180A/24V	220A/25,5V	215A/28,5V	280A/34V
1,0	Ar+%25O ₂	65A/15,5 V	172A/20V	180A/22,8V	215A/26,5V	210A/28,5V	280A/36,8V
1,0	CO ₂	65A/16 V	140A/19,5V	125A/22,5V	165A/22,5V	155A/25,5V	265A/37V
1,2	Ar+%8O ₂	80A/13,5V	207A/17,2V	185A/19,8V	247A/23V	232A/25V	355A/33,8V
1,2	Ar+%5CO ₂ +%5O ₂	80A/14V	195A/18V	182A/20,5V	227A/23V	218A/24,5	360A/34V
1,2	Ar+%10CO ₂	80A/15,2V	195A/19,5V	180A/22V	252A/26V	243A/28V	350A/32V
1,2	Ar+%18CO ₂	80A/14,8V	193A/19,5V	175A/23V	258A/28V	245A/28V	350A/34,5V
1,2	Ar+%25O ₂	80A/15,5V	195A/20V	180A/23V	257A/27,8V	247A/29,8V	350A/36V
1,2	CO ₂	75 A/16,8V	165A/18V	150A/22V	197A/21,5V	180A/25V	330A/38V
Uygulama:		İnce saç kaynağı; Saçlarda ve borularda köküm kaynağı; Pozisyon kaynağı		Tercihan yatay pozisyonda orta kalınlıkta saçların pozisyon kaynağı; İmkân sahasından kaçınılmalı veya impuls ark ayarlanmalıdır.		Kalın saçlarda ara (doğu) ve kapak pasolar, içköşe dikişler. sadece yatay alın ve yatay içköşe pozisyon- larında uygulanabilir.	
0,8 ve 1,2 mm çapları deneyde bulunmuş, 1,0 mm çapı için verilen değerler enterpolasyon yapılmıştır.							

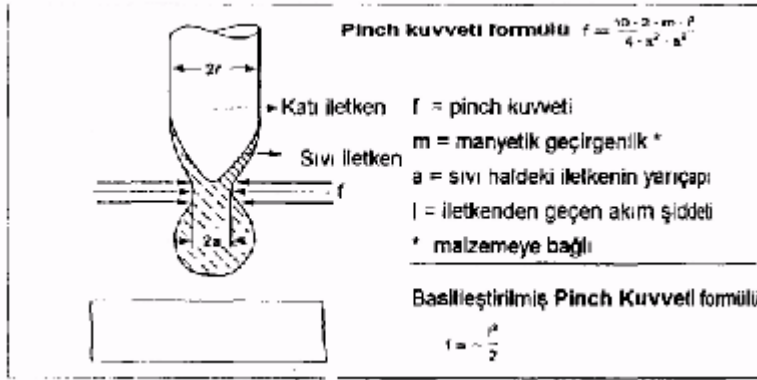
4.10. Pinch-Effekt

MIG/MAG kaynağında orta (ara) ark ile sprej ark arasında bir sınır değer bölgesi vardır. Bu eşik değerin alt yarısında kısa devreli malzeme geçişi, üst yarısında da kısa devresiz sprej ark bulunur. Bu ara değer, tel çapına, karışım gazdaki CO₂ içeriğine ve ayrıca malzemeye bağlı olarak aşağıya veya yukarıya kayabilir.

Bu sınır değerin aşılması için eşiğin üst yarısında kaynak akımının -pinch effekt olarak da adlandırılan- büzülme kuvvetine ulaşması gerekir. Sıvı iletkenin ucundaki metal damlaları, kaynak banyosuna temas etmeden, yani bir kısa devre oluşmadan önce, büzülme kuvveti nedeniyle kopmalıdır.

4.10.1. Pinch Kuvveti ve Pinch Etkisi

Şekil 4.25, tel ucunu ve taralı bölgedeki sıvı iletkeni göstermektedir.



Şekil 4.25. Pinch kuvvetinin basitleştirilmiş açıklaması

Elektromanyetik Pinch kuvveti "f", bu iletken bölgedeki damlanın kopması için büzücü bir etki yapar. Ayırma kuvveti,

Pinch kuvveti:
$$f = \frac{10 \cdot 2 \cdot m \cdot I^2}{4 \cdot \pi^2 \cdot a^2}$$

formülüyle hesaplanır.

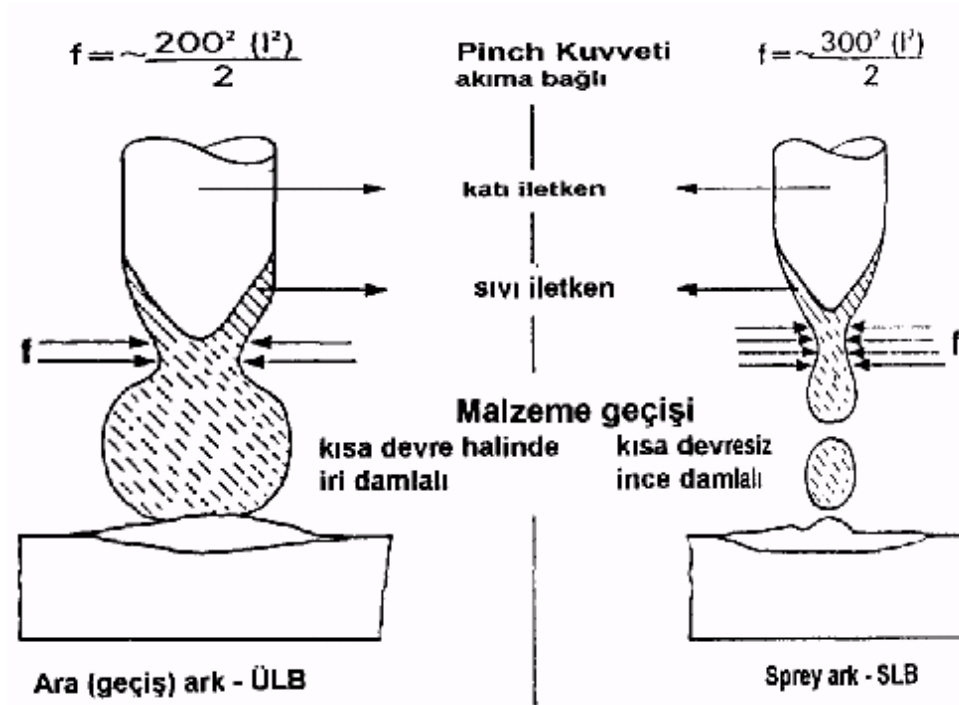
I^2 hariç diğerleri aynı çap ve malzeme için hemen hemen sabittir ve Pinch kuvveti üzerine etki yapmazlar. Böylece -bilimsel açıdan kesin doğru olmasa bile- kaynak akımının Pinch kuvveti üzerine etkisi daha belirgin hale getirilmiş olur.

Pinch kuvveti:
$$f = \frac{I^2}{2}$$

Akım, formülde ikinci dereceden bir faktör olarak bulunur ve damla kopması üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir.

4.10.2. Ara (Orta) Ark Durumunda Pinch Kuvveti

Şekil 4.25 'in sol yarısında gösterilen örnekte, kritikaltı 200 A'lık akım değeri için ara (orta) ark oluşur ve nispeten zayıf büzülme kuvveti nedeniyle kısa devreli bir kopma sonucu iri damlalar oluşur.



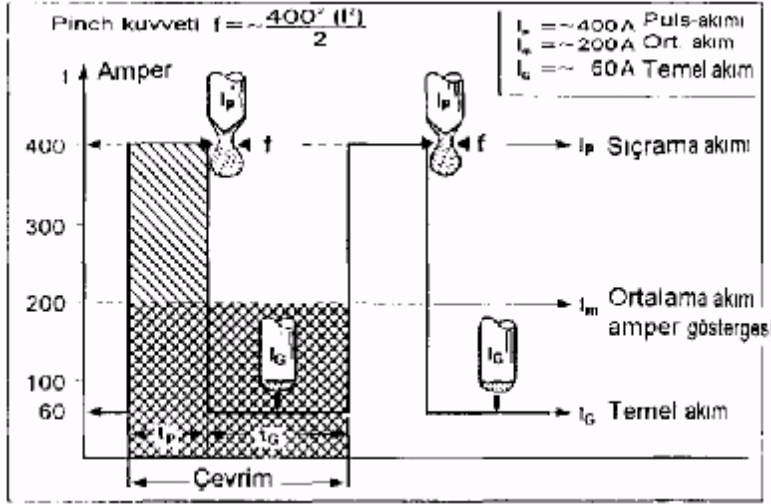
Şekil 4.25. Pinch kuvvetinin akıma bağlı olarak değişiminin damla büyüklüğüne ve malzeme geçişine etkisi

4.10.3. Sprey Ark Durumunda Pinch Kuvveti

300 Amper'de akım sadece % 50 artmasına rağmen sıvı iletken üzerindeki "f kuvveti iki kattan daha fazla artmaktadır. Burada akımın Pinch kuvveti üzerindeki etkisinin ikinci dereceden (karesiyle) orantılı olduğu hatırlanmalıdır. Bu nedenle kopan damla veya damlalar daha küçüktür (Şekil 4.25-sağ taraf) ve kısa devresiz, çok daha yüksek damla frekansına sahip, ince damlalı malzeme geçişi gerçekleşir - bu bölge sprej ark bölgesidir.

4.10.4. İmpuls Ark Durumunda Pinch Kuvveti

İmpuls akımla kaynakta ampermetrede okunan düşük akım değerlerinde neden kısa devresiz damla geçişine ulaşılabildiği sorusunun sorulması gerekir. Örneğin MAG kaynağında 200 Amper'de impuls olmadan kritikaltı ara (orta) ark oluşur. Şekil 4.26, bu sapmanın nedenini açıklamaktadır.



Şekil 4.26. İmpuls tepe akımının Pinch-kuvveti üzerine etkisi

Ampermetrenin göstergesindeki amper'e göre bu akım önemli oranda düşüktür ancak burada sadece akımın -efektif değer olarak da adlandırılan- ortalama değeri gösterilmektedir. Bu değer düşük temel akım (I_G) ve çok yüksek İmpuls tepe akımı (I_p) değerini oluşturmaktadır. İmpuls yüzeyi "Temel Akım" üzerine konulduğunda, Şekil 4.25'de çapraz taralı toplam yüzeyle gösterilen 200 Amperlik ortalama değer elde edilir. Şekil 4.25'nin üst kısmındaki impuls-pinch fazı, 400 Amperlik tepe akımıyla damla koparıcı etki yapar; ark'ın 60 Amperlik temel akım fazında ise tel ucunun hafifçe erimesi sağlanır.

4.10.5. Geri Darbe Durumunda Pinch Kuvveti

Pinch kuvvetiyle kopmuş, kısa devresiz malzeme geçişi, CO_2 altındaki MAG kaynağında oluşmaz. **Geri Darbe Kuvveti** olarak adlandırılan bu durum, pek çok başka etkiye yol açar. Damlanın kopması yerine kuvvetli şekilde yeniden yapışması, bu şekilde CO_2 'de uzun ark bölgesinde, ark ekseninden sapmış, düzensiz kısa devreli ve sıçramalı malzeme geçişi meydana gelir.

4.10.6. Değerlendirme

300 A Yüksek akım bölgesinde Argon'ca zengin koruyucu gaz kullanılan MAG-kaynağında, ölçülen yüksek Pinch kuvveti veya uygun akım değeriyle, kısa devresiz en ince damlalı malzeme geçişi elde edilir. Bu ark türü, sprey arktır.

İmpuls ark kaynağında, orta (ara) ark bölgesinin altındaki kısa devresiz damla geçişi çalışma

bölgesi genişler. Bunun nedeni, geleneksel MAG kaynağına kıyasla damlanın kopması için İmpuls tepe akımının ik kattan daha yüksek olmasının gerekmesidir. CO₂ kullanılan MAG kaynağındaki geri darbe kuvveti, yüksek güç bölgesinde yani uzun ark halinde, kısa devresiz malzeme geçişini engeller.

5. BÖLÜM

MIG/MAG KAYNAĞINDA ÇALIŞMA TEKNİĞİ

5.1. MIG/MAG Kaynak Donanımının Ayarlanması

Her MIG/MAG kaynak donanımı, üretici firmanın işletme talimatlarında ayrıntılı olarak tanımlanır. Bu talimatların, donanım çalıştırılmadan önce mutlaka okunması gerekir. Talimatlara göre makinanın bağlantıları (şebeke kablosu, koruyucu gaz, su soğutmalı torçların kullanımı halinde soğutma suyu bağlantısı veya makinada bulunan soğutma ünitesi) yapılacağı zaman kaynakçı, biri diğerini etkileyen üç ayar ihtimali ile karşı karşıya kalır:

- a) ark gerilimini değiştirerek ark boyunu tespit eden boşta çalışma gerilimi
- b) kaynak akımını değiştirerek eritme gücünü ve nüfuziyeti belirleyen elektrod ilerleme hızı
- c) erimiş metali emniyetli şekilde örterek gözenek oluşumunu önleyen koruyucu gaz debisi

Bazı durumlarda kaynak akım devresindeki endüktivite veya karakteristik eğrisinin eğimi değiştirilebilir. Bu şekilde kısa devre akımında ve sıçrama oluşumuna etkiyen faktörlerde değişiklik yapılabilir.

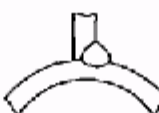
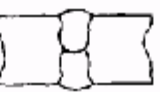
Sabit gerilimli bir akım üretecinde (CP-akım üretecinde) elektrod ilerleme hızı kaynak akımına doğrudan etki eder. Bazı makinalarda kaynak akımını ayarlama olanağı yoktur. Yataya yakın bir karakteristik eğrisine sahip olması nedeniyle cihazdaki çıkış gerilimi, hemen hemen boşta çalışma gerilimine eşittir; dolayısıyla boşta çalışma gerilimi pratikte kaynak akımını belirler.

Ayarlanabilir bir endüktans bobini ile kaynak akım devresindeki endüktivitenin veya karakteristik eğrisinin eğiminin ayarlanabilmesi sayesinde, tel elektrodun ucu parçaya değdiğinde ve bir kısa devre oluştuğunda, akım üretecinin hızlı akım yükselmelerindeki davranışı değiştirilir.

Gerçekte gerekli koruyucu gaz debisi, torç konstrüksiyonuna, gaz memesinin çapına, dikiş türüne, kaynak şartlarına, çevre etkilerine ve koruyucu gazın türüne bağlıdır ve genellikle 10 ila 25 l/dak arasında bir değerdedir.

5.2. Kaynak Parametreleri İçin Doğru Değerler

Çoğu MIG/MAG kaynakçısı, kaynakçı olarak kısa bir süre çalıştıktan sonra, çoğunlukla kendi tecrübelerine göre ayar yapmaktadır. Bu durum, pek çok kez onarılması mümkün olmayan kaynak hatalarına yolaçmaktadır. Şekil 5.1'de bazı doğru değerler verilmiştir. Elektrod çapının seçiminde kaynak işlemi ön planda tutulur ancak ekonomik bakış açısı da daima gözönünde bulundurulmalıdır (değişik tertibatların kullanılabilirliği, tel makarasının değiştirilmesi, altlık kullanımı). 1,0 ve 1,2 mm'lik tel elektrod çapları universal olarak kullanılabilir ve 0,8 ve 1,6 mm'lik tel elektrod çaplarının kullanılabileceği sınırlı sayıda uygulama alanı dışında her türlü kaynak işleminde kullanılırlar.

Ark gerilimi V	Tel elektrodun çapı			
	0,8 + 1,0 mm	1,0 + 1,2 mm	1,2 + 1,6 mm	
14 - 21 (Kısa ark)	İnce saç ve kök kaynağı  50 - 180 A	İyi nüfuziyet İyi birleşme  70 - 200 A	İyi birleşme dikay  120 - 200 A	Uygulanamaz
18 - 28 (Ara bölge)	Yüksek kaynak hızı tam mekanize  110 - 200 A	 130 - 250 A	Tam mekanize yatay  170 - 300 A	Uygulanamaz
23 - 24 (Sprey veya uzun ark)	İyi nüfuziyet  140 - 250 A	Çok pasolu teknik tam mekanize  180 - 320 A	Derin nüfuziyet yatay  220 - 390 A	Kalın saçlarda Derin nüfuziyet, yüksek erime gücü  500 - 750 A
Açıklama: CO ₂ altındaki ark gerilimi, karışım gazdekine göre yaklaşık 3 V daha yüksektir				

Şekil 5.1. Bazı tipik kaynaklı konstrüksiyonlar için tel elektrod çapı ve malzeme geçiş türü seçiminde doğru değerler.

5.3. Tel Elektrod Çapı

Genel olarak ince çaplı elektrodlar ince saçlar için, kalın tel elektrodlar da daha kalın

parçalar için kullanılır. Kaynak akımı uygun seçildiğinde, ince tel elektrodlar kısa arkla kullanılabileceği gibi, sprej veya uzun ark ile daha büyük damla sayılarına ulaşmak suretiyle de kullanılabilir. Bu özellik, örneğin tam mekanize MAG kaynağında düşük akım ayarındayken sadece yüksek damla sayısı ile düz bir dikiş yüzeyi elde edilebilen ara pasolar için kullanılabilir.

Tel elektrod seçiminde her şeyden önce, kalın tel elektrodla kıyasla ince tel elektrodların yüksek üretim maliyetleri nedeniyle daha pahalı olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Avantaj ve dezavantajlar birlikte değerlendirilmelidir.

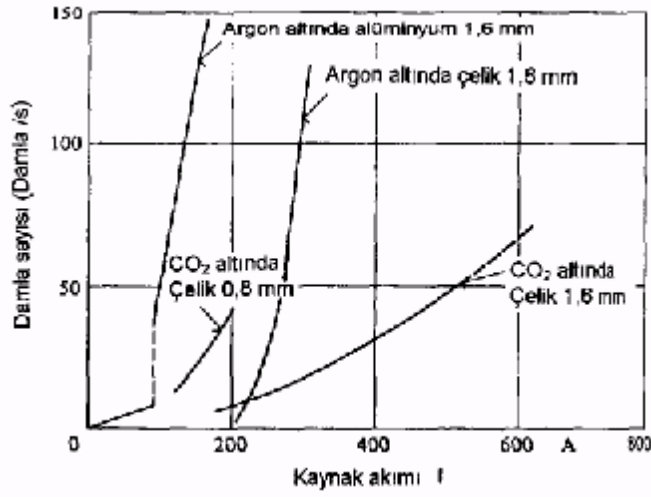
Çok yüksek kaynak akımlarının ve erime güçlerinin uygulanması gerektiği ve rutin işlerdeki elektrod ilerleme hızları yeterli olmadığı zaman, örneğin 2,4 mm'lik kalın bir tel elektrod kullanılır. Ancak elle kaynakta kaynakçı çok fazla zorlanacağından ve pek çok donanımın torcu, tel ilerlemesi ve beslemesi böyle bir iş için uygun olmadığından, bu tip bir uygulama sadece tam mekanize kaynakta ve yatay pozisyonda yapılabilir.

Diğer yandan cihazın en yüksek elektrod besleme hızı 15 m/dak olduğunda, 0,8 mm çaplı tel elektrodlar, 200 A'ın üzerinde uzun süre yüklenemez.

5.4. Elektrod İlerleme Hızı ve Kaynak Akımı

Elektrod ilerleme hızının tespit edilmesiyle kaynakçı, sabit gerilimli akım üreticinin vereceği kaynak akımını belirlemiş olur. Kaynak akımının başka türlü ayarlanma ihtimal yoktur. Bu nedenle gerçek tel ilerleme hızı, beslenen tel malzeme miktarını eriten kaynak akımını oluşturur.

Hem kısa ark ve hem de sprej veya uzun arkta en yüksek damla sayısına ulaşmak için belirli bir elektrod çapında en yüksek tel ilerleme hızının tespiti önemlidir. Örnek olarak Şekil 5.2, iki farklı tel elektrod çapı için kaynak akımının artmasıyla damla sayısının da arttığını göstermektedir. Şekildeki 10 damla/s 'den daha düşük damla sayılı alt bölge, pratikte kaynağa uygun değildir. Ayrıca elektrod ilerleme hızı, saniyede en az yaklaşık 20 damla üretecek kadar büyük olmalıdır.

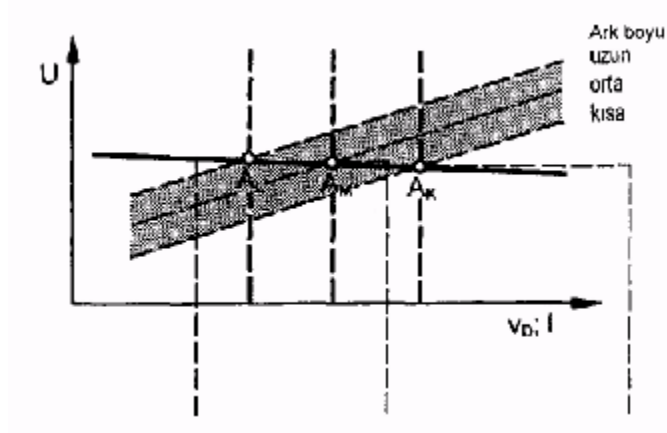


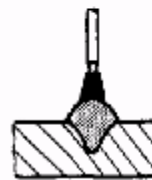
Şekil 5.2. Farklı malzeme ve koruyucu gazlar halinde damla frekansı (serbest malzeme geçişi).

Bir tel elektrod çapı için en yüksek besleme (ilerleme) hızı, küçük çaplarda tel sürme ünitesi tarafından belirlenir. Kalın tel elektrolarda ise çok yüksek akışlarda yüksek ark kuvvetleri bir sınır oluşturur; bu sınırın aşılması halinde kaynak pasolarının oluşumu bozulur.

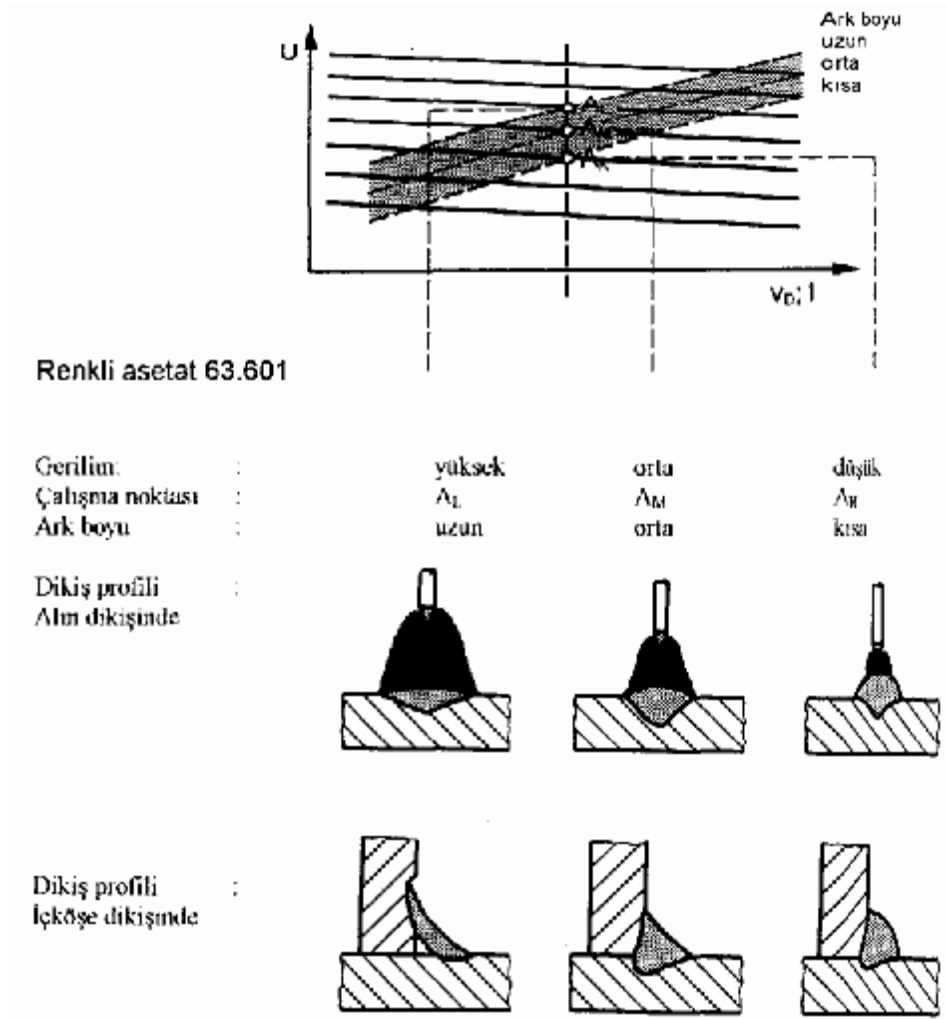
Şekil 5.3'te aynı gerilim ayarında tel ilerleme (besleme) hızının etkisi, Şekil 5.4'te ise aynı tel ilerleme hızında gerilimin etkisi gösterilmiştir.

Tel ilerleme hızı v_d 'deki bir değişme, aynı gerilim ayarında (aynı karakteristik eğrisi üzerinde) ark boyunun, I akım şiddetinin, eritme gücünün ve dikiş profilinin değişimine yol açar.



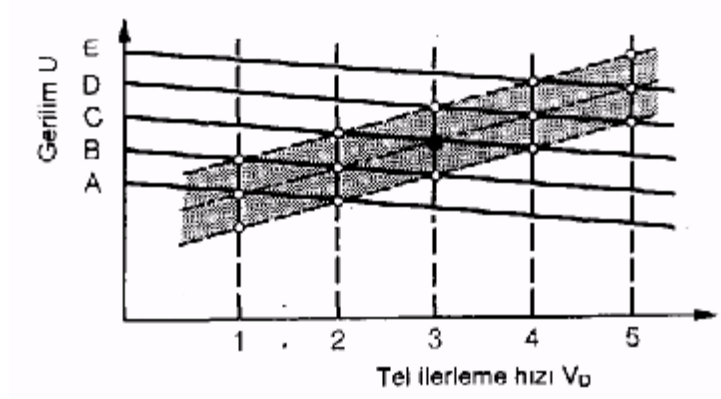
Tel besleme hızı	Yüksek	Orta	Düşük
Çalışma noktası	A_L	A_M	A_K
Ark boyu	uzun	orta	kısa
Akım şiddeti	küçük	orta	yüksek
Eritme gücü	düşük	orta	yüksek
Dikiş profili			

Şekil 5.3. Aynı gerilim ayarında tel ilerleme hızının etkisi.



Şekil 5.4. Aynı tel ilerleme hızında gerilimin değişimi

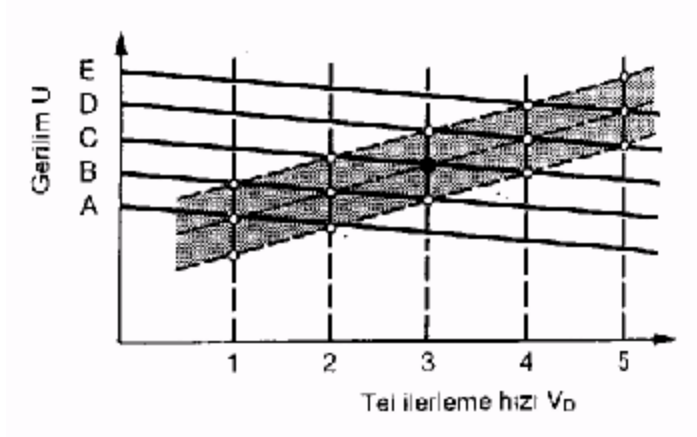
Şekil 5.5 ve Şekil 5.6'da çeşitli ayarlamalar için kaynak karakteristiklerinin değişimleri verilmiştir.



C3 noktası, gerilimin C kademesi ve tel ilerleme hızının 3.kademesi ile ayarlanır. Cihaz, ayarındaki değişikliklerin sonuçları aşağıdaki tabloda "X" işaretleriyle gösterilmiştir.

	Ark boyu				Eritme gücü		
	kısa	aynı	uzun	sönük	küçük	aynı	büyük
Tel ilerleme hızının 4. kademeğe artırılması	X						X
Tel ilerleme hızının 2.kademeğe düşürülmesi			X		X		
Tel ilerleme hızının 5.kademeğe artırılması				X			
Gerilimin B kademesine düşürülmesi	X					X	
Gerilimin D kademesine yükseltilmesi			X			X	
Gerilimin A kademesine düşürülmesi				X			

Şekil 5.5. Ayar örneği- 1



C3 noktası, gerilimin C kademesi ve tel ilerleme hızının 3.kademesi ile ayarlanır. Kaynaktaki değişikliklerin sonuçları aşağıdaki tabloda "X" işaretleriyle gösterilmiştir.

	Gerilim					Tel ilerleme hızı				
	A	B	C	D	E	1	2	3	4	5
Aynı eritme gücünde ark boyu kısalmır		X						X		
Aynı ark boyunda eritme gücü azalır		X					X			
Eritme gücü azalır ve ark boyu kısalmır			X						X	
Aynı eritme gücünde dikiş genişliğini azaltır.		X						X		

Şekil 5.6. Ayar örneği- 2

DİKKAT:

Kaynak makinasında doğru ayarları (doğru gerilim ve tel ilerleme hızı) yaparak sakın ve kararlı yanan bir ark oluşturunuz. Tablodaki değerleri sadece ilk ayarlar olarak göz önüne alınız ve gerektiğinde modifiye ediniz. Bunun için kaynak sırasında gözünü/ü ve kulağınızı kullanınız.

ÇÜNKÜ:

Yanlış ayarlar, sadece sıçramaların giderilmesi için daha çok dikiş sonrası işçiliğe değil aynı zamanda koruyucu gaz örtüsünün de bozulmasına yol açacak şekilde, sakın olmayan arka ve sıçrama oluşumunun artmasına

yol açar. İmalat toleransları, bu tip kaynak makinalarında hassas ayarların gerekli olabileceği durumlara yol açar. Bu gibi durumlarda bu değerler kısmen değişebilir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Gözenek, sıçrama; Dikişin düzensiz görünümü; Yetersiz nüfuziyet oluşur. Hatasız kaynak dikişlerinin oluşturulabilmesi için, kaynak işleminin başlangıcında kaynak makinası doğru değerlere ayarlanmalıdır.

GÖSTERİM:

Yapı çeliklerinin MAG kaynağı için ayar değerleri

Parça kalınlığı	Ağız hazırlığı			Tel veya elektrod çapı	Ayar değerleri			
	Dikiş türü	Aralık	Kaynak pasosu Kök (W) Ara (M) Kapak (D)		Çalışma gerilimi	Kaynak akımı	Tel ilerleme hızı	Koruyucu gaz
mm				mm	V	A	m/dak	lt/dak
2	I-dikişi	1	-	1	18,5	125	4,2	10
3	I-dikişi	1,5	-	1	19	130	4,7	10
4	I-dikişi	2	-	1	19	135	4,8	10
5	V-dikişi	2	W	1	18,5	125	4,5	12
			D		21	200	8	
6	V-dikişi	2	W	1	18,5	125	4,5	12
			D		21	205	8,3	
8	V-dikişi	2	W	1,2	18,5	135	3,1	10...15
			m:d		27	270	8,1	
10	V-dikişi	2,5	W	1,2	18,5	135	3,2	10...15
			M:D		28	290	9	
12	V-dikişi	2,5	W	1,2	18,5	135	3,2	10...15
			2M:D		28	290	9	

DİKKAT.

Tel elektrodun tavsiye edilen akını yükünü sürdürünüz. Tel elektrodan çok yüksek kaynak akımı altında erimesinden kaçınınız. Bu durumda kaynak pozisyonuna da ayrıca dikkat ediniz.

ÇÜNKÜ:

MAG kaynağında kaynakçı makina tekniği bakımından sınırlanmadığından, tel ilerleme hızını yüksek ayarlayarak yüksek eritme gücüne ulaşabilir. Bu şekilde büyük miktarda erimiş hacme sahip kaynak banyosuna hakim olunması ve kaynak ağzında hatasız, şekilde tespit edilmesi gerekir. Eritme gücünün sınırları, parça kalınlığı, ağız formu, ağız hazırlığı ve kaynak pozisyonu tarafından tespit edilir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Yetersiz nüfuziyet;

Bazı durumlarda: birleşme hatası

GÖSTERİM:

Tel elektrod çapı	Tavsiye edilen bölge		Erime gücü	
	Gerilim	Kaynak akımı	Maksimum kaynak akımında	Pozisyon kaynağında (düşürülmüş)
mm	V	A	kg/saat	kg/saat
0,8	14...26	50...200	3,4	2,1
1,0	16...27	60...260	4,8	3,3
1,2	17...32	80...320	6,3	3,7
1,6	19...35	100...450	7,5	

5.5. Boşta Çalışma Gerilimi ve Kaynak Gerilimi

Sabit gerilimli kaynak akım üreteçlerinde boşta çalışma gerilimi, diğer ayar parametrelerinden bağımsız olarak ayarlanır. Karakteristik eğrisi ne kadar yataya yakınsa, kaynak gerilimi de o derece düşük olur. Kaynak geriliminin ayarlanmasında koruyucu gaz türüne dikkat edilmelidir: CO₂, argonca zengin bir karışım gaza göre 2-3 V daha yüksek bir gerilim gerektirir.

14-21 V'luk düşük gerilim bölgesi, düşük akımlarda az nüfuziyet ve yüksek damla sayısı oluşturur. 16-20 V'luk alt bölge, ince tel elektrodlar için kullanılır.

23-34 V arasındaki gerilim bölgesi, ince damla geçişi oluşturur. Bu bölge spre y ark veya uzun ark olarak adlandırılır. Yatay pozisyonda yüksek kaynak hızlarında veya oluk pozisyonundaki kaynak için kullanılıp yüksek erime gücü ve derin nüfuziyet oluşturmasıyla tanınır. Parça ile elektrod arasında kısa devre oluşturmaktan kaçınılması için yüksek gerilim gerekir. Bu yüksek gerilim, iyi bir kaynak profili oluşturacak derecede yüksek olmalı; ancak sıçrama oluşturacak veya dezoksidasyon elemanlarının yanmasına yol açacak derecede de yüksek olmamalıdır.

Kısa ark bölgesi ile spre y veya uzun ark bölgesi arasında, yaklaşık 18-28 V aralığında oluşan ve her iki malzeme geçişinin karışımını gösteren bir bölge vardır (ara veya orta ark bölgesi, diğer bir deyişle karışık ark bölgesi). Oluşan tesadüfî kısa devrelerin süresi çok küçüktür; bu nedenle ark, nispeten daha **sıcak** 'tır ve iyi bir nüfuziyet verir. CO₂ altında düşük akımlarda ve dolayısıyla düşük damla sayılarında malzeme geçişinin ark ekseninden sapması ve bunun sonucunda sıçrama oluşumunun sınırlanamaması tehlikesi mevcuttur. Bu bölgedeki kaynak akımları, spre y veya uzun arktaki genel değerlerin altında bulunur. Her elektrod çapı için cihazın uygulama sahasının faydalı şekilde genişlemesi anlamına gelir.

Şekil 5.7, 5.8 ve 5.9'da kısa, spre y ve uzun arkla ilgili tanımlamalar, ayar bölgeleri ve uygulamalar verilmiştir.

5.6. Çalışma Tekniği

Bir kaynaklı bağlantının oluşturulması için çok sayıda imalat olanağı mevcuttur ve bunun için bir dizi düşüncenin ardarda uygulanması gerekir. Bunlar arasında kaynak pozisyonu, ağız hazırlığı, malzeme ve yüzey durumu, tertibatın etkisi ve çevre şartları en önemli parametreler olarak sayılır.

Kaynak işleminin mümkün olan en kısa sürede yapılabilmesi amacına ulaşmak, hem yüksek eritme güçlerinin kullanılmasıyla hem de dikiş ağırlığının azaltılmasıyla başarılabilir. Ancak burada, sadece parçaların ölçüleri veya mevcut MIG/MAG kaynak donanımının güç sınırları değil, aynı zamanda işin yapılışının emniyetinde de bazı sınırlar mevcuttur. Hem yüksek eritme gücü ve hem de bağlantıdaki küçük dikiş kesitleri kullanmaya çalışmak, kaçınılmaz olarak birleşme hatalarına yolaçar.

5.7. Elle Kaynak

Elle kaynak için çeşitli pozisyonlardaki alın ve içköşe dikişleri oluşturmaya yönelik kaynak dataları, kitabın son bölümünde verilmiştir. Yaklaşık 6 mm'ye kadar saç kalınlıkları için kısa ark değerleri, daha kalın saçlar için sprej veya uzun ark değerleri dikkate alınmalıdır.

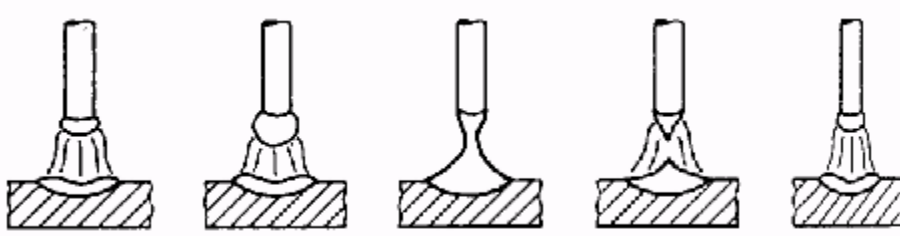
Gaz memesinin parçaya mesafesi büyük olmamalıdır. Gaz korumasının bozulmaması için 12 mm'lik mesafe aşılmamalıdır. Gaz memesi parçaya yakınken ve ark oluşturulmuşken, memede aşırı bir sıçrama birikintisi oluşabileceği hesaba katılmalıdır. Memenin iç cidarındaki az bir sıçrama birikintisi bile gaz çıkışını büyük oranda bozabilir ve bu da gözenek oluşumuna yol açar.

Kontak borusu mesafesi (eski deyimle **serbest elektrod boyu**), arkın başlangıç noktası ile tele akımın geçtiği nokta arasındaki tel elektrod parçasıdır. Bu parça, direnç ısısı nedeniyle ($I^2 \cdot R$ - etkisi) ısınır ve kaynak akımını artan boyla orantılı olarak azaltır. Bu etki, özellikle gaz memesinin yaklaşmadığı dar ve derin kaynak ağızlarında önemlidir. Böyle durumlarda kontak borusu mesafesinin artması ve dolayısıyla kaynak akımının azalması nedeniyle planlanan nüfuziyet oluşturulamaz. Tam mekanize kaynakta, bir yanal gaz akışından yararlanılabilir. Elle kaynakta ise kaynak ağzının, gaz memesinin yaklaşabileceği şekilde genişletilmesi gerekir.

Şekil 5.10'da değişik makina ayarlamalarında kontak borusu mesafesinin etkisi gösterilmiştir.

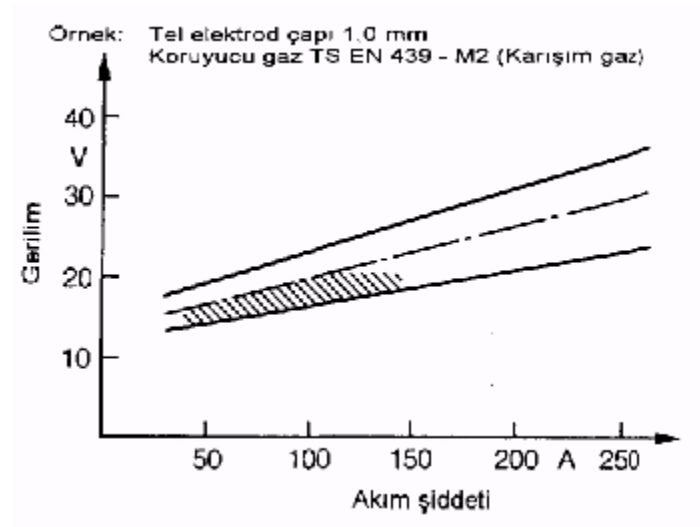
Tanımlama:

- Damla geçişi kısa devre şeklinde olur.
- kaynak banyosunun akıcılığı azdır.
- saniyede yaklaşık 70 damla geçer.



Ayar bölgesi:

Gerilim düşüktür (20 V'un altında)



Uygulama:

İnce saçların kaynağı

Kök pasonun kaynağı

Tavan, aşağıdan yukarı, yukarıdan aşağı, korniş (ufki) pozisyonda kaynak

Şekil 5.7. Kısa ark

Tanımlama:

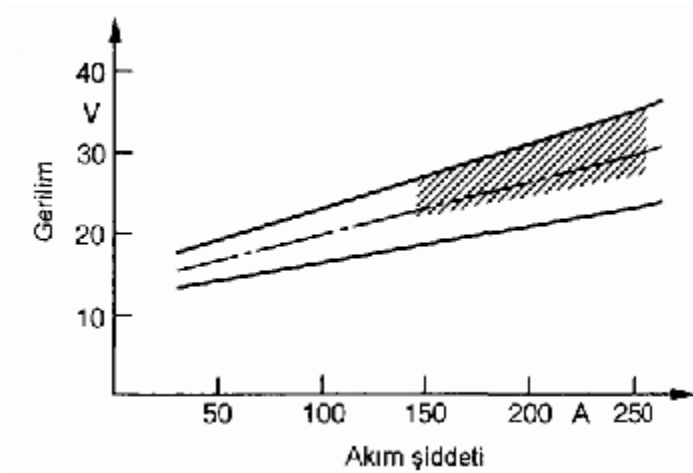
- damla geçişi kısa devresizdir
- kaynak banyosu daha akıcıdır
- saniyede 100 ila 300 damla geçer.



Ayar bölgesi:

Gerilim yüksektir (25 V'un üzerinde)

1,0 mm'lik tel elektrod çapı için örnek: Koruyucu gaz: TS EN 439 - M2 (Karışım gaz)



Uygulama:

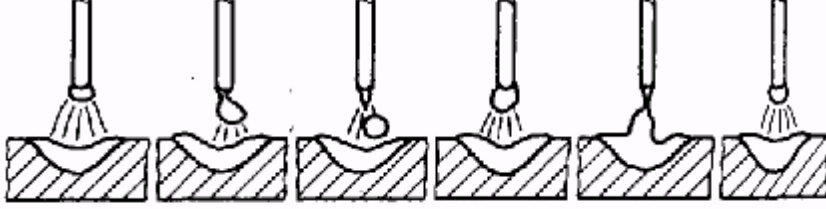
2 mm'nin üzerinde parçaların kaynağı

Yatay veya oluk pozisyonundaki alın dikişlerinin ara ve kapak pasolarının veya içköşe dikişlerinin kaynağı

Şekil 5.8. Sprey ark

Tanımlama:

- damla geçişi iri damlalıdır; kısa devre oluşur
- kaynak banyosu daha akıcıdır
- saniyede 100 civarında damla geçer.

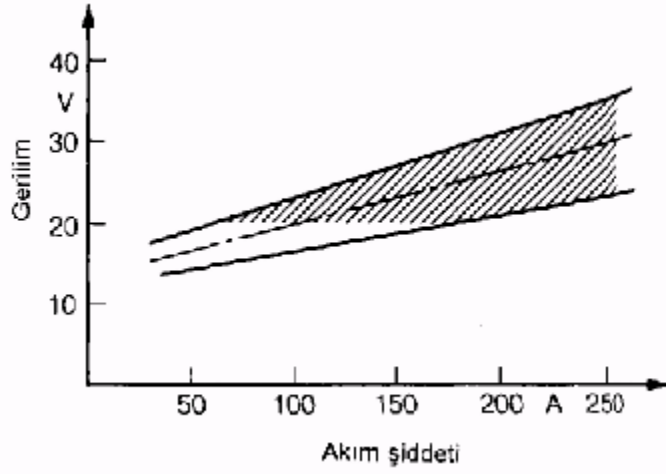


Ayar bölgesi:

Gerilim yüksektir (20 V'un üzerinde)

1,0 mm tel elektrod çapı için örnek

Koruyucu gaz: TS EN 439 - C1 (Karbondiyoksit)

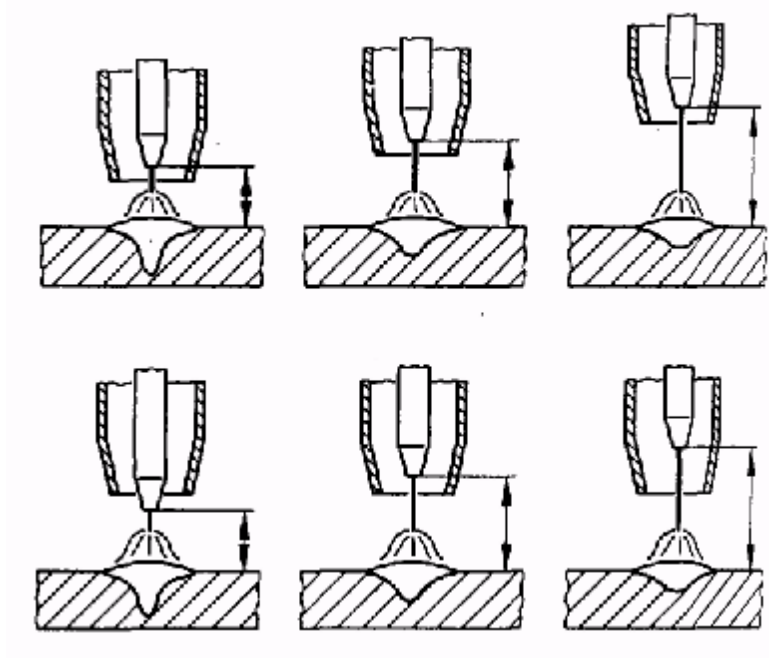


Uygulama:

2 mm "den kalın parçaların kaynağı

Yatay veya oluk pozisyonundaki alın dikişlerinin ara ve kapak pasolarının veya içköşe dikişlerinin kaynağı

Şekil 5.9. Uzun ark.



Kontak borusu mesafesi	küçük	Orta	büyük
Direnç ısısı	küçük	Orta	büyük
Ark gücü	büyük	Orta	küçük
Nüfuziyet	derin	Orta	sığ
Sıçrama miktarı	az	Orta	çok

Şekil 5.10. Farklı makina ayarlamalarında kontak borusu mesafesinin etkileri

Kontak borusu mesafesinin artmasına yol açan her şey, yetersiz nüfuziyete yol açar. Her bir tel elektrod çapı için uygun kontak borusunun kullanımı çok önemlidir. Boru çapının gerekenden daha büyük olması, serbest elektrod boyunu da önemli oranda büyütür ve akım geçiş noktasını (kontak borusundan tele kaynak akımı verilen nokta) uzatır - kontak borusu içinde akım geçiş noktasının değişmesiyle yapılan kaynak işleminde planlanan değerlerden sapmalar ortaya çıkar.

DİKKAT:

Oluk pozisyonundaki içköşe dikişlerinde bir pasoda oluşturulan en yüksek içköşe dikiş kalınlığı (la ölçüsü) 6 mm olmalıdır. Daha kalın içköşe dikişleri mutlaka çok pasolu olarak kasnak yapılmalıdır. Bu durumda ara ve kapak pasoları dar pasolar olarak çekilmelidir.

ÇÜNKÜ:

Tek paso ile kaynak edilmiş kalın içköşe dikişlerinde, ark kaynak banyosu üzerinde yandığında, yan cidarlarda

birleşme hatası ve nüfuziyet azlığı tehlikesi mevcuttur. Dar paso tekniği ile bu tehlikeden kaçınılabılır. Ayrıca müşteri veya kontrol elemanının harici değerlendirmesi, uygun olmayan çalışma prosedürünün yol açacağı yan cidar birleşme hatasına müsaade etmemektedir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Düşük nüfuziyet derinliği ve yan cidar birleşme hatası oluşur.

GÖSTERİM:



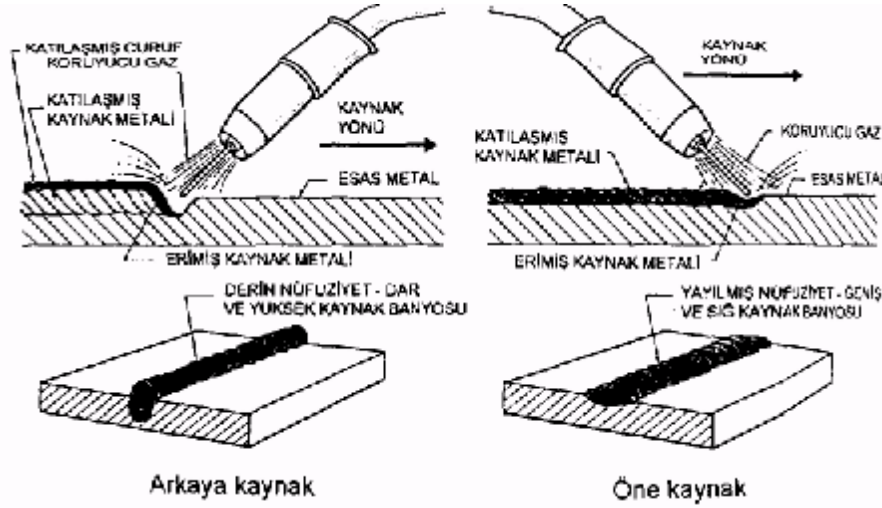
Oluk pozisyonunda içköşe dikişlerinde tek pasoda 10 mm kalınlığında içköşe dikişi: Nüfuziyet derinliği çok az ve yan cidar birleşme hatası oluşmuş.



Oluk pozisyonunda iki pasoda (ilk tabaka tek paso ile ikinci tabaka iki paso ile) oluşturulmuş 10 mm kalınlığında içköşe dikişi: dışarıdan da görülebilen temiz birleşme

5.8. Torcun Tutuluşu

Kaynakçının torcu yönlendirdiği tutuş açısı, genel olarak parça yüzeyinin normaliyle (parça yüzeyine dik eksen) 10-20° 'lik bir açı yapar. Tam mekanize kaynağın aksine elle kaynakta, kaynakçının gaz memesi yanında kaynak banyosunu görebilmesi için torca bir eğim vermesi (torcu eğik tutması) gerekir. Bu farklı tutuşlar, -tıpkı oksi-asetilen kaynağındaki **sağa** ve **sola kaynak** gibi- "**öne**" ve "**arkaya kaynak**" olarak adlandırılır (Şekil 5.11). Tüm bu tanımlar, sağ eliyle kaynak yapan kaynakçılar içindir. Sol elini kullananlar için yönler terstir.



Şekil 5.11. Öne ve arkaya kaynak tekniklerinin gösterilişi ve nüfuziyetin değişimi

Öne kaynakta nüfuziyet daha sığdır. Bu teknik, ince dikişlerin hızlı yapılmasının gerektiği durumlarda kullanılır. **Arkaya kaynakta** ise (sağ elle kaynakta soldan sağa) nüfuziyet daha derindir. Yukarıdan aşağıya dikişler **arkaya kaynak** tekniği ile kaynak yapılır.

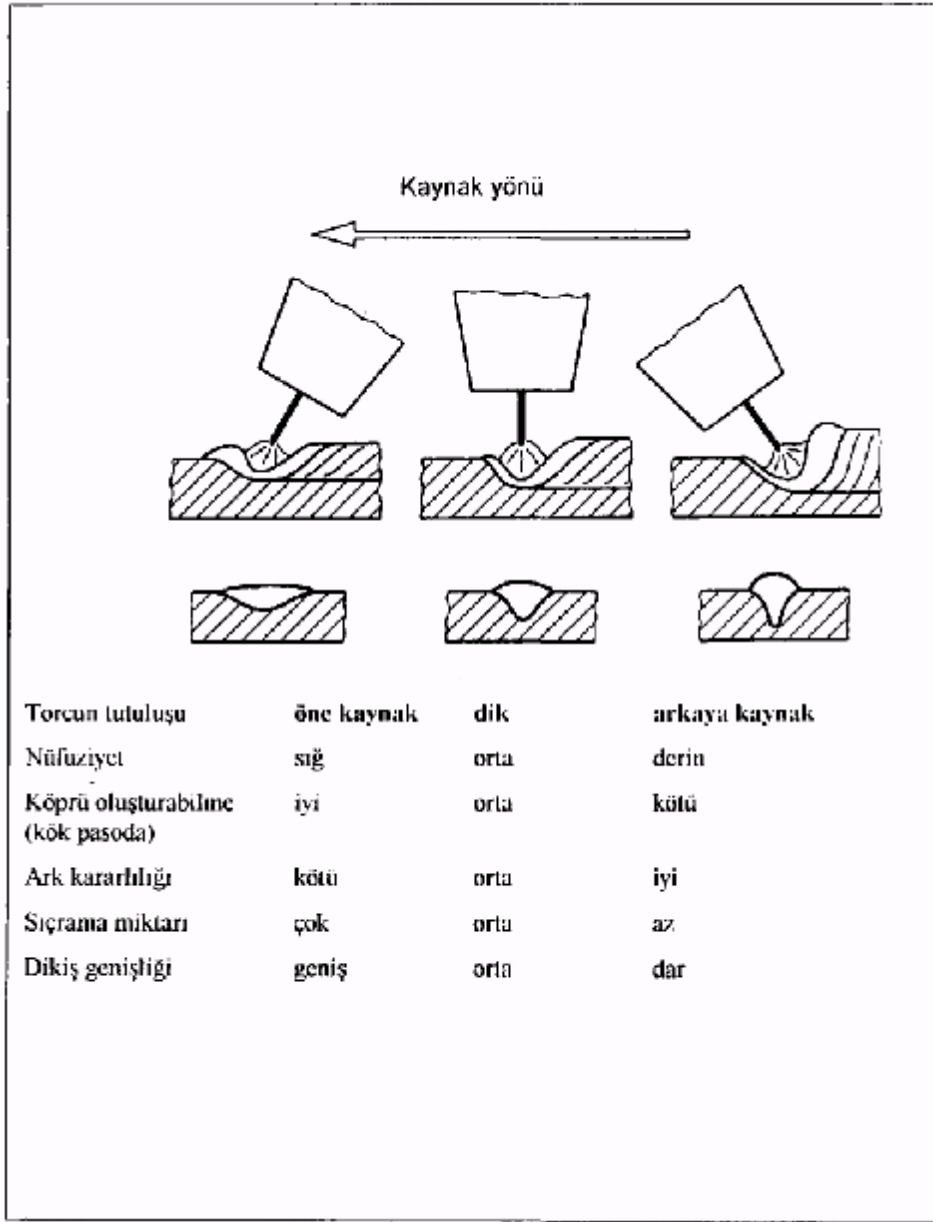
Kalın parçalardaki geniş ağız açıları halinde, arkın ağız kenarlarına ulaşabilmesi için kaynakçıların torca enine bir hareket vermesi gerekir. Bu yapılmazsa erimiş kaynak banyosu ağız kenarlarına ulaşamaz ve sonuçta birleşme hataları oluşur.

İyi bir kaynakçı, bu nedenle, erimiş kaynak banyosunun tümünü gözler ve koruyucu gazın bütün banyoyu aynı anda korumasını sağlar. **Öne** veya **arkaya kaynakta**, bunun gerçekleştirilmesinden kaynakçının kendisi sorumludur.

Genel olarak sprey arkla veya uzun arkla kaynakta sıvı haldeki kaynak banyosunun, iyi bir banyo emniyet düzeniyle kökün fazla sarkmasını önlemek gerekir, (içköşe kaynağındaki gibi) dikiş formu kendiliğinden bir banyo emniyeti oluşturmuyorsa, banyo emniyetinin ya dikiş hazırlığı sırasında (örneğin yuvarlak dikişlerle birleştirilmesi gereken dönel parçalarda merkezleme faturalarıyla) veya ilave birtakım kullanarak sağlanması gerekir (altlık kızak, yataklama halkası, bakır altlık kızak, seramik altlık). Bazen kök paso kısa ark tekniğiyle kaynak yapılır ve banyo emniyeti olarak dolgu pasoları yüksek akımla çekilir.

Yukarıdan aşağıya kaynak, pasoların profilini iyileştirir ve bu teknik, özellikle tam mekanize kaynakta sabit torçla kaynak edilen yuvarlak dikişlerde uygun torç pozisyonunun seçimiyle kullanılabilir. En iyi dikiş profiline ulaşmak için, içköşe dikişleri de yukarıdan aşağıya doğru kaynak edilir.

Şekil 5.12'de farklı makina ayarlarında torcun tutuluşunun etkileri özetlenmiştir.



Şekil 5.12. Aynı makina ayarlarında torcun tutuluşunun etkileri

DİKKAT:

Torcun tutuluşunun nüfuziyete etkisini göz önünde bulundurunuz.

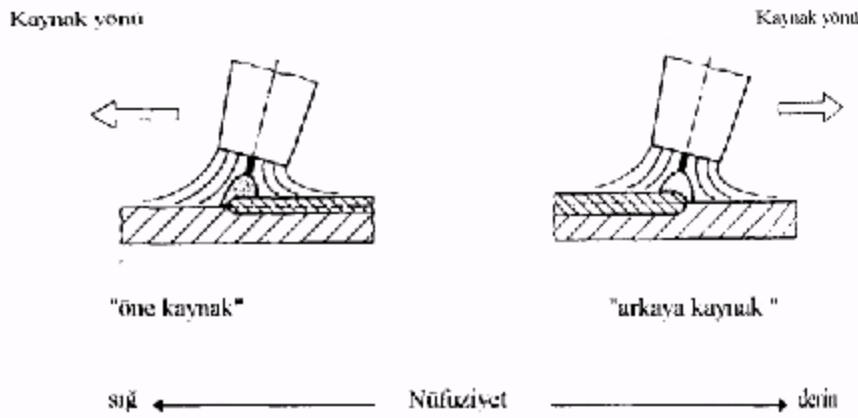
ÇÜNKÜ:

Nüfuziyet derinliği ve nüfuziyet formu pek çok faktörden etkilenir:

Elektrod çapı, ark boyu, kaynak akını, kaynak hızı, koruyucu gaz türü, parça kalınlığı. Aynı şekilde etkiyen diğer bir faktör de torcun tutuluş eğimidir. **Öne kaynakta** nüfuziyet düşüktür (kök paso için, ince saçların kaynağı için, ince tek pasoda içköşe dikişleri için, CrNi-çeliklerinde düşük ısı girdisi için uygundur) ve **arkaya kaynakta** nüfuziyet derindir (yatay pozisyonda kapak pasoları için kalın içköşe dikişleri için, kökün ters taraftan kaynağı için uygundur).

DİKKAT EDİLMEZSE:

Nüfuziyet çok sığ veya çok derin olabilir. Genel olarak bu hata sonradan giderilemez.

GÖSTERİM:**DİKKAT:**

Farklı kalınlıktaki saçların içköşe dikişlerinin kaynağında, ya torcun eğimini, arkı daha çok kalın saca doğru yönlendirecek şekilde ayarlayınız (aşağıdaki 2.şekilde gösterildiği gibi torcun eksen çizgisi kök noktasından geçecek şekilde tutulmalıdır) veya torç eğinin açısını 45°'ye ayarlayınız, ancak bu durumda torcun eksen çizgisi 2-3 mm kalın saca doğru kaydırılmalıdır (şekil 3)

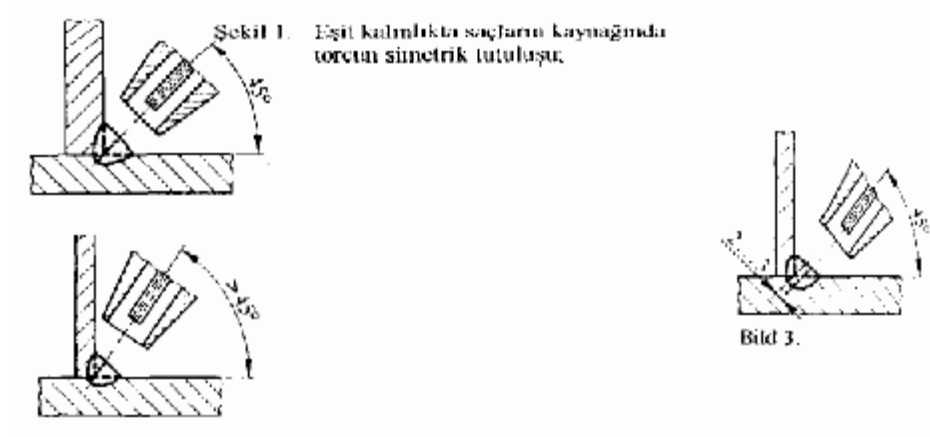
ÇÜNKÜ:

Farklı kalınlıktaki saçlar Şekil I 'de gösterildiği gibi kaynak edilirse, (ince saçtan geçen) düşük akım şiddetinde kalın saç gerektiği şekilde kaynak edilemez. Bu durum, birleşme hatasının başlıca nedenidir. (Kalın saçtan geçen) yüksek akım şiddeti halinde ise, ya yanma oluşu meydana gelir veya ince saçla delinme olur.

Yatay içköşe dikişlerinde kalın olan saç mümkün olduğu kadar yatay pozisyonda olmalıdır. Bu şekilde kaynak banyosu hiçbir durumda kontrolden çıkmaz.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Birleşme hatası ve/veya yanma oluşu meydana gelir. Bu tip hatalar daha sonradan giderilemez: bu nedenle oluşmamaları sağlanmalıdır.

GÖSTERİM:

Şekil 2. Farklı kalınlıkta saçların kaynağında torcun asimetrik tutuluşu.

DİKKAT:

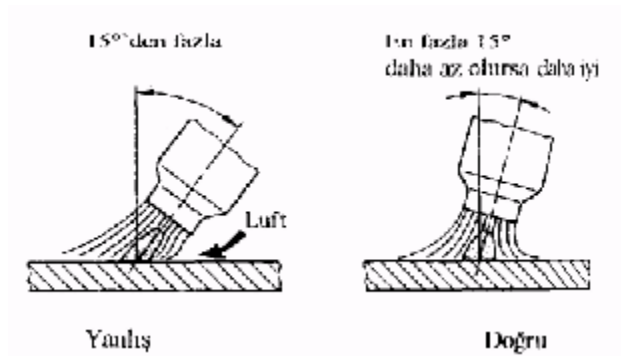
Torcun çok eğik tutmayınız; tersine, mümkün olduğu kadar parça yüzeyine dik tutunuz.

ÇÜNKÜ:

Koruyucu gaz akışı, malzeme yüzeyine çok eğik geldiğinde (soldaki şekil) "**emme etkisi**" nedeniyle ark bölgesine hava emilebilir. Bu halde koruyucu gaz formu bozulur. Sonuçta kaynak dikişinde gözenek (özellikle alüminyum esaslı malzemelerde) ve dikiş üst yüzeyinde de kuvvetli oksit (özellikle CrNi-çeliklerinde) oluşur.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Dikişte gözenek, Dikiş üst yüzeyinde oksit oluşur. Hataların giderilmesi için hatalı dikişler sökülmesi (örneğin taşlanarak, termik yöntemlerle oyularak) ve yeniden kaynak edilmelidir. Bu durumda yeniden ısı girdisi etkisine dikkat edilmelidir (içgerilmeler, çarpılma, ısının tesiri altındaki bölgede içyapı değişimleri bakımından).

GÖSTERİM:**DİKKAT:**

Kaynak isiniz için gerekli koruyucu gaz miktarını doğru seciniz, - ne çok az ne de çok fazla.

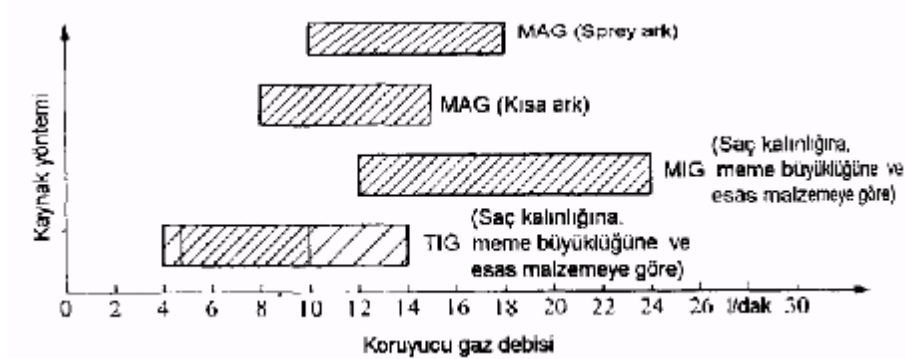
ÇÜNKÜ:

Koruyucu gazı düşük debiye ayarlayan, düşük gaz koruması elde eder. Bu herkes için geçerlidir. Ancak koruyucu gazı çok büyük debilere ayarlayan, gaz, korumasını iyileştirmez. Bu durumda gaz memeden yüksek hızda çıkar ve bu da koruyucu gaz akışının girdaplı olmasına yol açar. Girdap ise havayı koruyucu gaz içine emer.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Gözenek oluşur. Hata oluştuğunda hatalı dikişler sökülmesi (örneğin taşlanarak, termik yöntemlerle oyularak) ve yeniden kaynak edilmelidir. Bu durumda yeniden ısı girdisi etkisine dikkat edilmelidir (içgerilmeler, çarpılma, ısının tesiri altındaki bölgede içyapı değişimleri bakımından).

GÖSTERİM:



DİKKAT:

Kaynaktan önce kaynak ağzındaki tüm yağ, gres, boya, nem, pislik ve diğer safiyetsizlikler temizlenmelidir. Sadece temiz kaynak tellerini, kaynak çubuklarını ve tel elektrodları kullanınız..

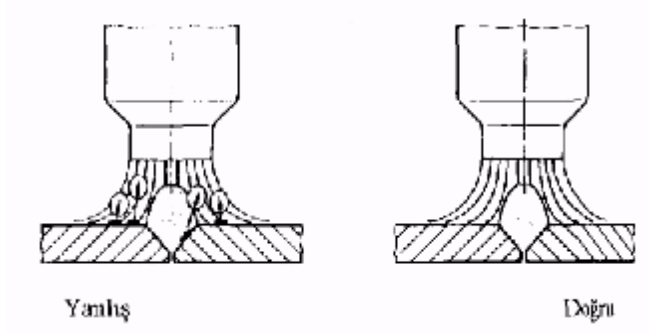
ÇÜNKÜ:

Safiyetsizlikler, kaynak ısısı ile çözünür ve koruyucu gaz atmosferini bozan gazlar oluşturur. Sonuçta gözenek meydana gelir. Bu özellikle alüminyum ve alaşımlarında kritiktir, çünkü yanına ürünleri gözenek yapıcı hidrojen içerir. Yanma ürünleri karbon da oluşturduğundan, bu durum CrNi-çelikleri için de kritiktir. Sonuçta karbon artışı ve malzemenin hasara uğraması söz konusudur (kaynak dikişinde yüksek oranda karbon içeriği, taneler arası korozyonu arttıran bir unsurdur).

DİKKAT EDİLMEZSE:

Gözenek oluşur.

GÖSTERİM:

**DİKKAT:**

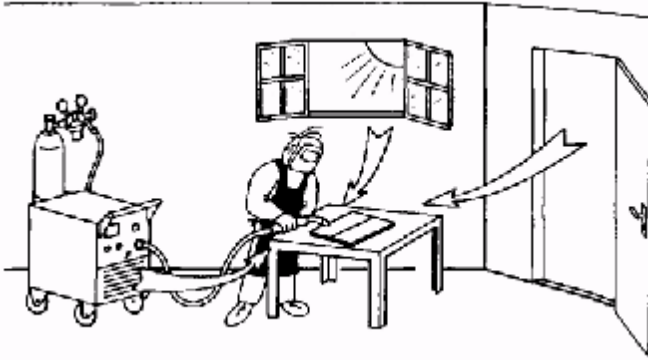
Koruyucu gaz örtüsünün hava akımı ile üflenmesine izin vermeyiniz. Kaynak ortamını hava akımlarında koruyunuz.

ÇÜNKÜ:

Gaz, memesinin çevresindeki koruyucu gaz örtüsü herhangi bir yönden gelen hava akımı ile bozulabilir. Bunun farklı nedenleri vardır: açık kalmış kapı veya pencereler, sıcak hava üfleyicileri uygun yerde durmayan kaynak makinalarının fan menfezleri. Kaynak banyosunun koruyucu gaz tarafından tam korunamaması, gözenek oluşumuna yol açar. Hava akımlarının nedenleri belirlenemiyorsa, kaynak yapılan nokta yerel olarak örtülerin kullanılmasıyla korunmalıdır (genellikle koruyucu paravanlar kullanılabilir).

DİKKAT EDİLMEZSE:

Gözenek oluşur.

GÖSTERİM:**DİKKAT:**

Tek pasolu kaynakta ve kökün kaynağında, kökün iki cidarında da birleşme hatası olmaksızın emniyetli şekilde kaynağı için torcun kenarlara simetrik şekilde tutulması gerekir. Ara ve kapak pasolarında ise alttaki mevcut pasolarla iyi bir dikiş kontum oluşturmaya dikkat edilmelidir.

ÇÜNKÜ:

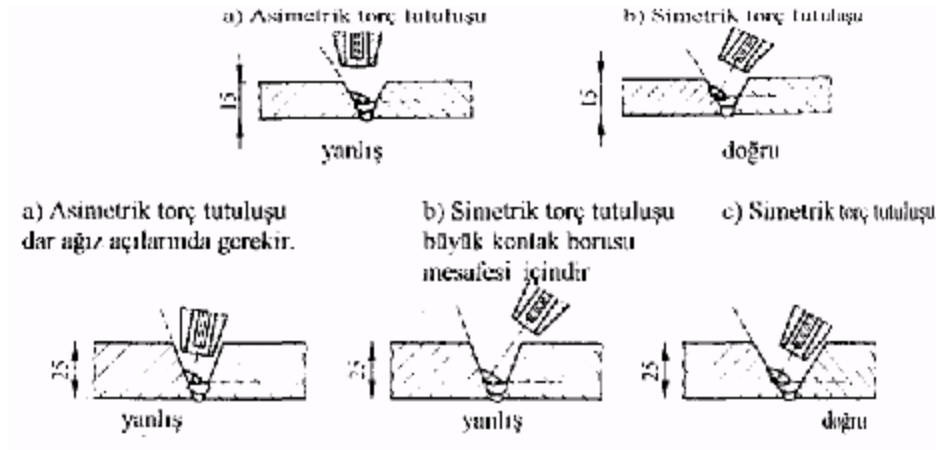
İnce saçlarda (üst şekil sırası) kaynak ağzının genişliği, mevcut pasoların üzerine torcun çoğunlukla simetrik

tutuluşuna müsaade eder. Ancak kalın saçlarda dar kaynak ağızlarında (alt şekil sırası) bu uygulama pek mümkün değildir. Kontak borusu meşalesinin büyük olması da pek yardımcı olamaz, çünkü spray ark uygulamasında kontak borusu meşalesinin 20 mm'yi aşmaması gerekir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Dikiş kenarlarında birleşme hatası; Gözenek (alt şekil sırasındaki **b** durumu) oluşur. Hatanın giderilmesi: Muhtemel hata kaynakları, daha büyük bir ağız açısı ve dikiş kont urunu göre simetrik torç tutuluşu ile giderilir.

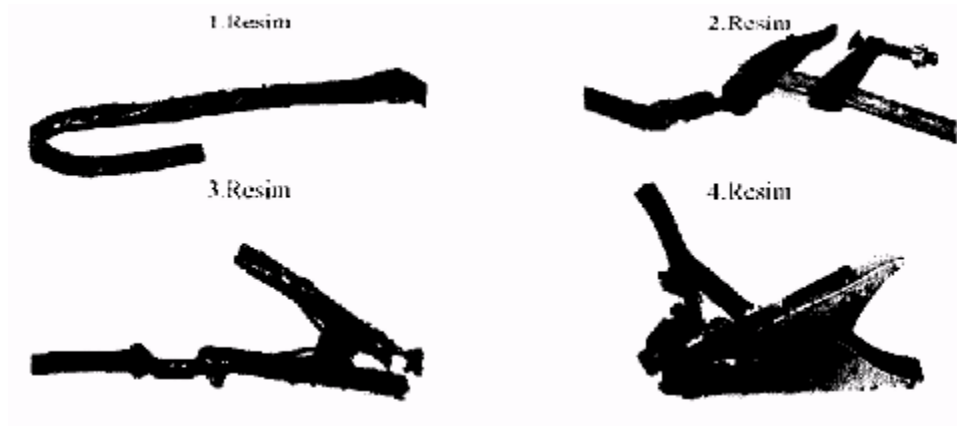
GÖSTERİM:



DİKKAT:

Parça kablosunu parçaya tuturmada kullanılan yardımcı aletlerin tümünü (kutup bağlama vidası, parça bağlantı klemensi) iyi durumda tutunuz. Parça kablosunu bağlarken boya veya diğer kaplama tabakalarının izolasyon etkisi yapacağını göz önünde bulundurunuz.

ÇÜNKÜ:



Resimlerde gösterilen kelepçe alet ve edevata pratikte sık sık rastlanmaktadır. Şekil 1, küçük bir kaynak

işletmesinde parça üzerine takmak üzere bir kancanın eğilmesiyle oluşturulmuş bir borudur. Yedek olarak vericin kutup vidalama klemensi (Şekil 2) kısa süre sonra vidalama özelliğini kaybetmesi sonucu özelliğini kaybetmiştir. Şekil 3 ve 4 te gösterilen penseler, parça ile iyi bir temas oluşturur, ancak bunun için doğru zamanda değiştirilmeleri gerekir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Kaynak akım devresinde gerilim düşümü; enerji kaybı: kaynak makinasının bağlantı yerlerinde müsaade edilmeyen derecede ısınma ortaya çıkar. Değişen direnç nedeniyle MIG/MAG arkın boyunun değişmesi sırasında arkın stabilitesi kaybolur. I latanın giderilmesi için parçalar düzenli olarak muayene edilmelidir. Hasarlı parçalar hemen değiştirilmelidir

DİKKAT:

Parça kutuplaması için manyetik kutup klemensi kullanıyorsanız, parça üzerine diğer klemenslerin tespiti basitleştirmek için parça ile kutuplama klemensi arasındaki yüzeyin temiz olmasına dikkat ediniz (sıçramalar olmayan yüzeyler!).

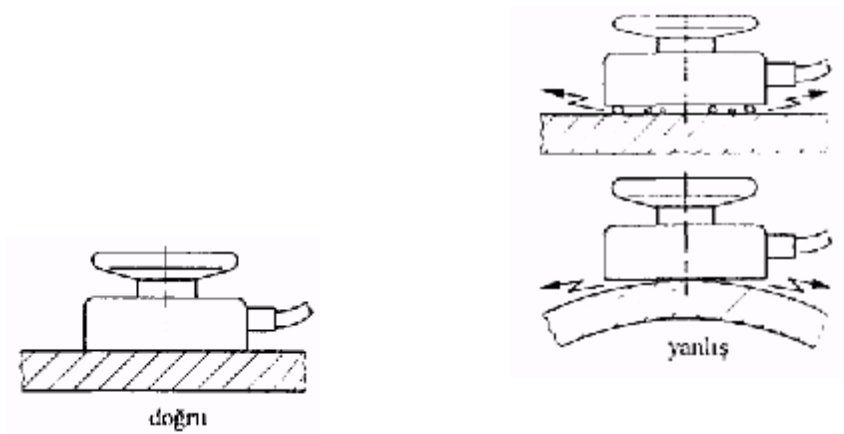
ÇÜNKÜ:

Kaynak akını devresindeki -ayrıca parça ile kaynak makinası arasındaki- yüksek direnç, sadece enerji sarfiyatına yol açmakla kalmaz, aynı zamanda ayar değerlerinin de bozulmasına yol açar. Direncin değişmesinin ve düzensiz ark oluşmasının parça üzerinde yol açtığı yanmış bölgelere dikkat edilmelidir. Bu durum, çoğu kez müşteri servisine muhtemel bir arıza nedeni olarak bildirilebilmektedir. Mıknatıslı parça kutup elemanına yapışmış tozlar nedeniyle, koruyucu hal dahi hasar görebilir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Kötü kontak; düzensiz ark meydana gelir. Hatanın giderilmesi için mıknatısın hem kendi yüzeyi hem de tutturulduğu parça yüzeyi temizlenmelidir. Problem devanı ettiği zaman başka türlü kutuplama tertibatları kullanılmalıdır.

GÖSTERİM:



5.9. Puntalama

Kaynaktan önce çoğu kez parçaların puntalanması gerekir. Eğer son kaynaktan önce puntalama yerleri taşlanmazsa, yanlış çalışma tekniklerinde üzerine kaynak yapılan punta yerlerinde kaynak hataları ortaya çıkabilir. Puntalamada kısa ark bölgesinin zor pozisyonlara uygunluğundan faydalanılır. Örneğin 1,2 mm çaplı tel elektrod, 160 A ve 20 V ile kaynak yapılır.

Puntalama yerlerinin üzerine kaynak yapılması gerekiyorsa, -örneğin boru kaynağındaki gibi- punta yerlerinde kaynak metalinin aşırı taşmasını önlemek gibi özel önlemlerin alınması gerekir. Dikişin görünüşü ve hatasız bir içyapı oluşturmak mümkün olmayabilir. Bu nedenle puntalamanın mümkün mertebe kısa yapılması gerekir. Puntalama kaynağındaki kaynakları da muayene edilmelidir. Puntalama yerinde doldurmamış kriterlerin yol açtığı çatlaklar görülmektedir. Doğru çalışma tekniğiyle örneğin arkın başlangıç noktasında tekrar geri getirilmesi ve boş kraterin eritilerek tekrar doldurulmasıyla bu hata giderilebilir.

DİKKAT:

Kaynak dikişinin büzülmesini önlemek için doğru aralıkla ve uygun sayıda punta noktasından puntalama yapınız.

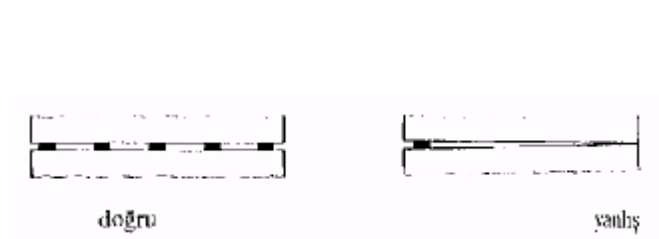
ÇÜNKÜ:

Kaynak dikişleri her yönde büzülür. Büzülmelerin ölçü değişimlerine ve çarpımalara yol açmadığı yerde içgerilme oluşur. Büzülmenin yüksekliği, malzeme özelliklerine ve kaynak yöntemine bağlıdır. Bu nedenle yukarıda verilen değerlerin her bir imalatçının pratiğine uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir. Puntalamadan sonra kök aralığı, kökün tamamen kaynak edilebilmesine yeterli büyüklükte olmalıdır. Puntalama noktaları, daha sonraki kaynak işlemleri ile bozulmayacak derecede sağlam olmalıdır.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Çarpılma, yüksek seviyede gerilme ve tanı kaynak edilmemiş kök oluşur.

GÖSTERİM:



Saçların alın kaynağında puntalama için tavsiye değerleri:

Saç kalınlığı	Puntalama yerlerinin boyu	Daha seyrek aralıklar
$\leq 1,2$ mm	yaklaşık 5 mm	yaklaşık 10 x saç kalınlığı
$> 1,2 \dots 2$ mm	yaklaşık 10 ... 25 mm	yaklaşık 10 ... 20 x saç kalınlığı
$> 2 \dots 5$ mm	yaklaşık 25 mm	yaklaşık 15 x saç kalınlığı
> 5 mm	≤ 100 mm	≤ 300 mm

5.10. Yukarıdan Aşağıya ve Aşağıdan Yukarıya Kaynak

Dikey pozisyonda, ince saçlar daima yukarıdan aşağıya kaynak yapılır. Bu şekilde yüksek bir kaynak hızına ulaşılır ve nüfuziyet derinliği ile dikişin görünüşü daha iyi kontrol edilir. Kalın saçlardaki yukarıdan aşağıya alın dikişlerinde kök pasonun salınım yaptırılmadan yukarıdan aşağıya kaynağı çok önemlidir. Diğer pasolar aşağıdan yukarıya ve salınım hareketi verilerek kaynak yapılmalıdır. 1,6 mm kalınlığında tel elektrodlarla aşağıdan yukarıya kaynak, kalın saçların (saç kalınlığı 25 mm'nin üzerinde) kaynağında başarıyla uygulanmaktadır.

Torcun dikey pozisyonundaki kaynakta tutuluş açısı, kaynak yönüne ve gerekli kaynak banyosu kontrolüne bağlıdır. Yukarıdan aşağıya kaynakta (ince saçlarda veya kök paso kaynağında) kaynak banyosunun hafifçe yukarıya doğru yönlendirilmiş arkla desteklenmesi gerektiğinden, **öne kaynak** tekniği uygulanır.

Aşağıdan yukarıya dikişler **arkaya kaynak** tekniğiyle kaynak yapılır.. Burada bilgi ve becerisi yüksek ve dikiş kenarlarına doğru, uygun tutuş açısıyla arka salınım hareketleri verebilecek kaynakçıya ihtiyaç vardır. Bu nedenle aşağıdan yukarıya kaynak, daha yüksek kaynakçı kalifikasyonuna ihtiyaç gösterir. Yukarıdan aşağıya kaynağa göre aşağıdan yukarıya kaynağın kalitesinin daha yüksek olması gerekir. Yukarıdan aşağıya kaynakta erimiş banyonun arkın önünde akması nedeniyle **soğuk yapışma** tehlikesi mevcuttur.

Aşağıdan yukarıya dikişlerle kaynak yapılan içköşe bağlantıları, Şekil 5.13'te gösterildiği gibi bir salınım hareketine ihtiyaç gösterir.

DİKKAT:

Aşağıdan yukarıya pozisyonda "**bata etkisi**" 'ne ve çok büyük kaynak banyoları üzerindeki koruyucu gaz örtüsünde oluşabilen "**termik yukarıya doğru basınç**"a da dikkat edilmelidir.

ÇÜNKÜ:

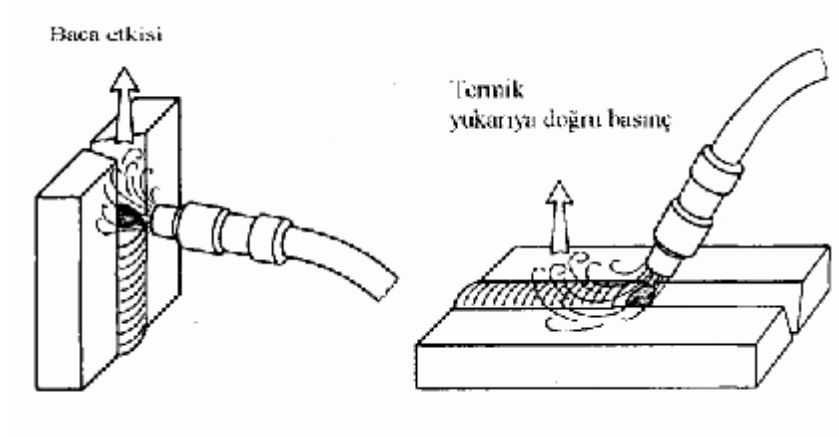
Aşağıdan yukarıya doğru dikişlerde, ısınan hava yukarıya doğru hareket eder ve bu akış koruyucu gaz örtüsünü bozabilir. Yatay kaynak edilen dikişlerin geniş salınlı kapak pasolarında çok büyük kaynak banyoları oluşur. Bu tür durumlarda koruyucu gaz örtüsü yüksek sıcaklık nedeniyle aşırı ısınır ve sonuçta termik olarak yukarıya doğru basınç oluşturan türbülanslar meydana gelebilir.

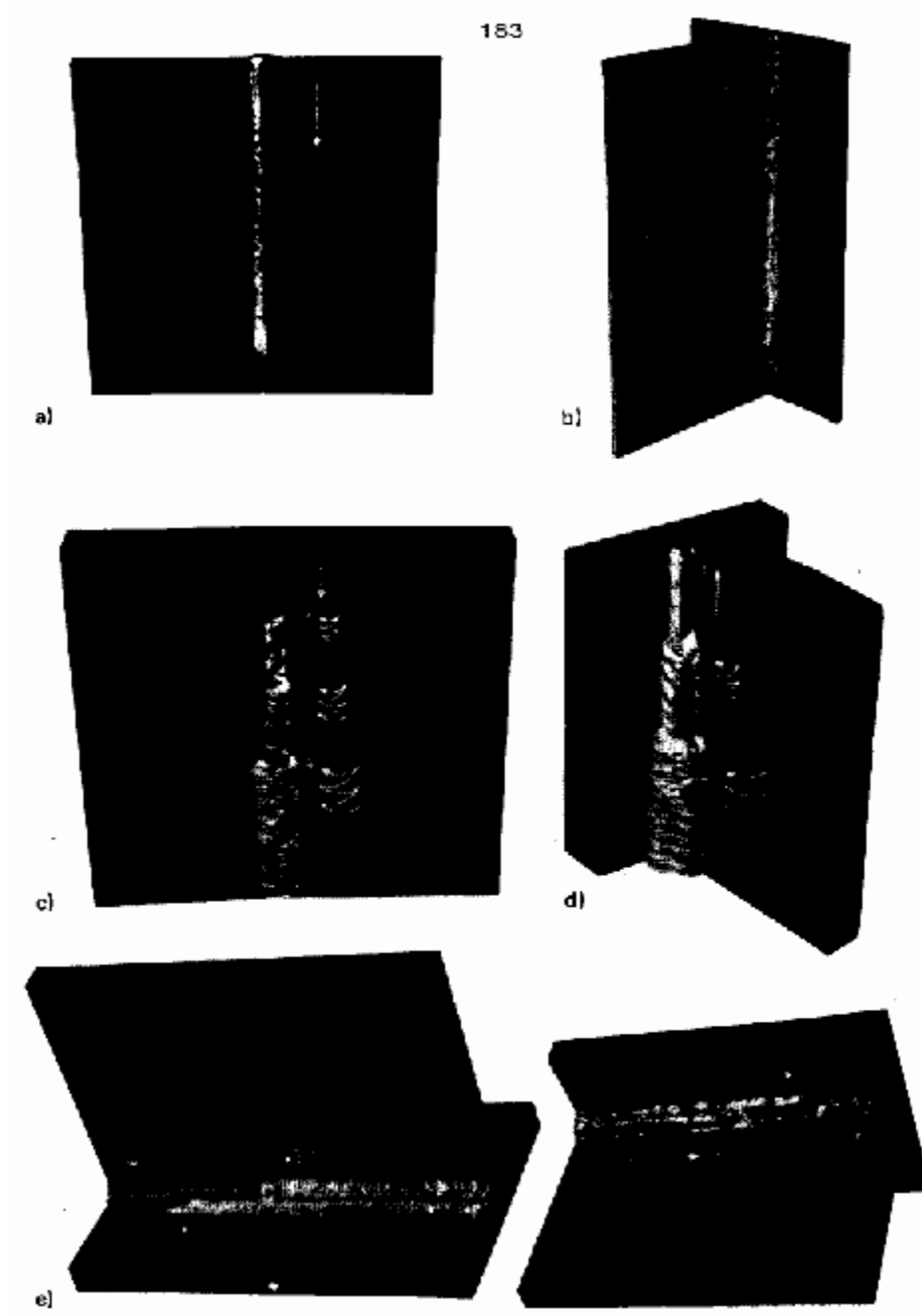
DİKKAT EDİLMEZSE:

Kaynak banyosunun koruyucu gazla korunması zayıflar ve gözenek oluşur. Hatanın giderilmesi için hatalı

yerler uzaklaştırılmalı (örneğin taşlama ile keski ile oyularak, termik yöntemlerle oyularak) ve yeniden kaynak edilmelidir. Bu durumda yeniden ısı girdisi etkisine dikkat edilmelidir (örneğin iç gerilmeler, çarpılma, ITAB'da içyapı değişimleri).

GÖSTERİM:





Şekil 5.13. Pozisyon kaynağı örnekleri

- a) Saç kalınlığı 3 mm, dikey, tel elektrod çapı 0,8 mm, 20 V, 120 A.
- b) Saç kaimin 3 mm, dikey, tel elektrod çapı 0,8 mm, 20 V, 120 A
- c) Saç kalınlığı 12 mm, dikey, tel elektrod çapı 1,6 mm, 20 V, 160 A
- d) Saç kalınlığı 12 mm, dikey, tel elektrod çapı 1,6 mm, 20 V, 160 A
- e) Saç kalınlığı 12 mm, yatay, tel elektrod çapı 1,6 mm, 20 V, 160 A

f) Saç kalınlığı 12 mm, tavan, tel elektrod çapı, 1,6 mm, 20 V, 140 A

DİKKAT:

Yukarıdan aşağıya içköşe dikişi yapılacağı zaman, yatay pozisyon için seçilmiş ark gerilimini azaltınız; tel ilerleme hızını % 30 düşürünüz ve böylelikle akıcı haldeki kaynak banyosunu küçültünüz. Pasoları dar ve sık paso olacak şekilde çekiniz.

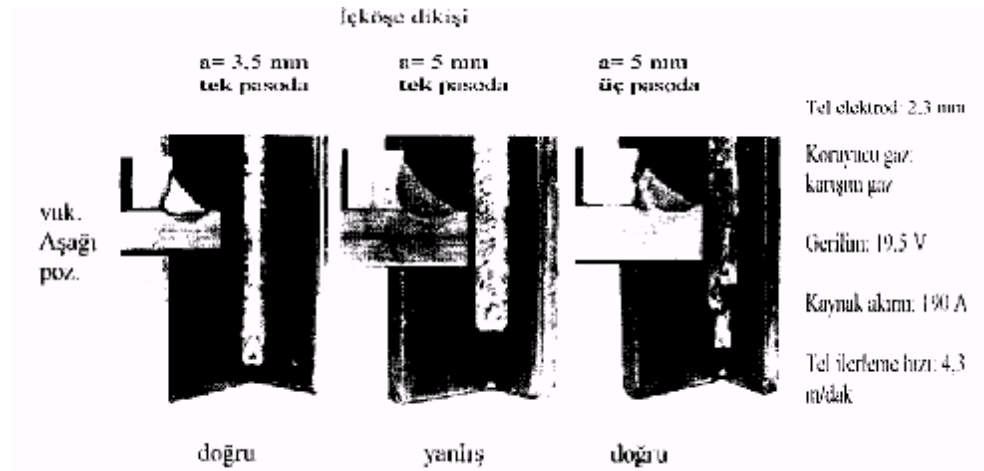
ÇÜNKÜ:

Yukarıda aşağıya kaynakta, kaynak banyosu büyük olduğunda, banyonun aşağıya akına tehlikesi mevcuttur. 13u nedenle eritme gücü sınırlanarak banyonun küçük tutulması gerekir Ancak aynı zamanda çok hızlı kaynak yapılmalıdır; bu şekilde banyo hızlı katılaşır; bir pasonun kalınlığı $a = 3,5$ mm ile sınırlanmalıdır.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Kaynak banyosu aşağıya akar; kökte ve yan kenarlarda yetersiz nüfuziyet; bazı durumlarda: yan kenar birleşme hatası meydana gelir.

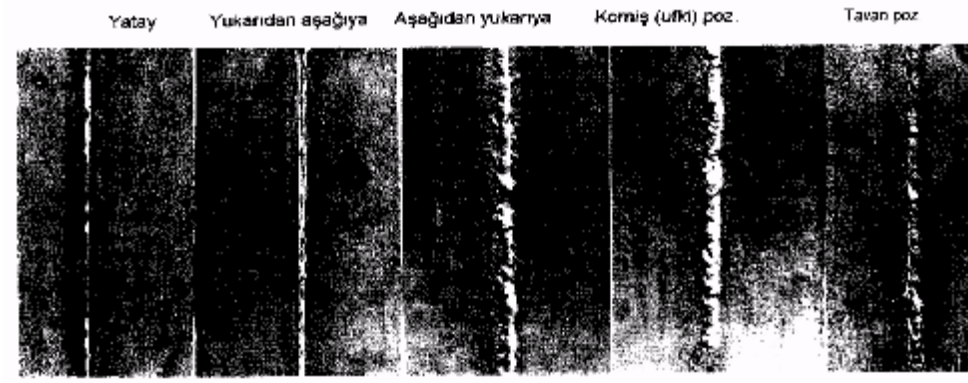
GÖSTERİM:



5.11. Tavan ve Korniş (Ufki) Pozisyonunda Kaynak

Saçların tavan kaynağında, salınım hareketi olmaksızın yüksek hızlı ve kısa ark boyuyla kaynak yapılmalıdır. Bu zor pozisyon için kaynak akımının mümkün olan en düşük değerinde olması gerekir.

Korniş (ufki) pozisyonda, dar pasolarla kaynak yapılır. Nüfuziyetin kontrolü, kısa ark bölgesinde yatay veya dikey pozisyonda iyi sonuçlar alınsa da, korniş pozisyonunda çok iyi yapılamaz (Şekil 5. 14).



Şekil 5.14. Altlık kullanılmadan, çeşitli kaynak pozisyonlarında tam nüfuziyetli kaynak. Saç kalınlığı: 12 mm, ark gerilimi 20 V, kaynak akımı 150 A.

koruyucu gaz: CO₂

5.12. Boru Birleştirmelerinde Pozisyon Kaynağı

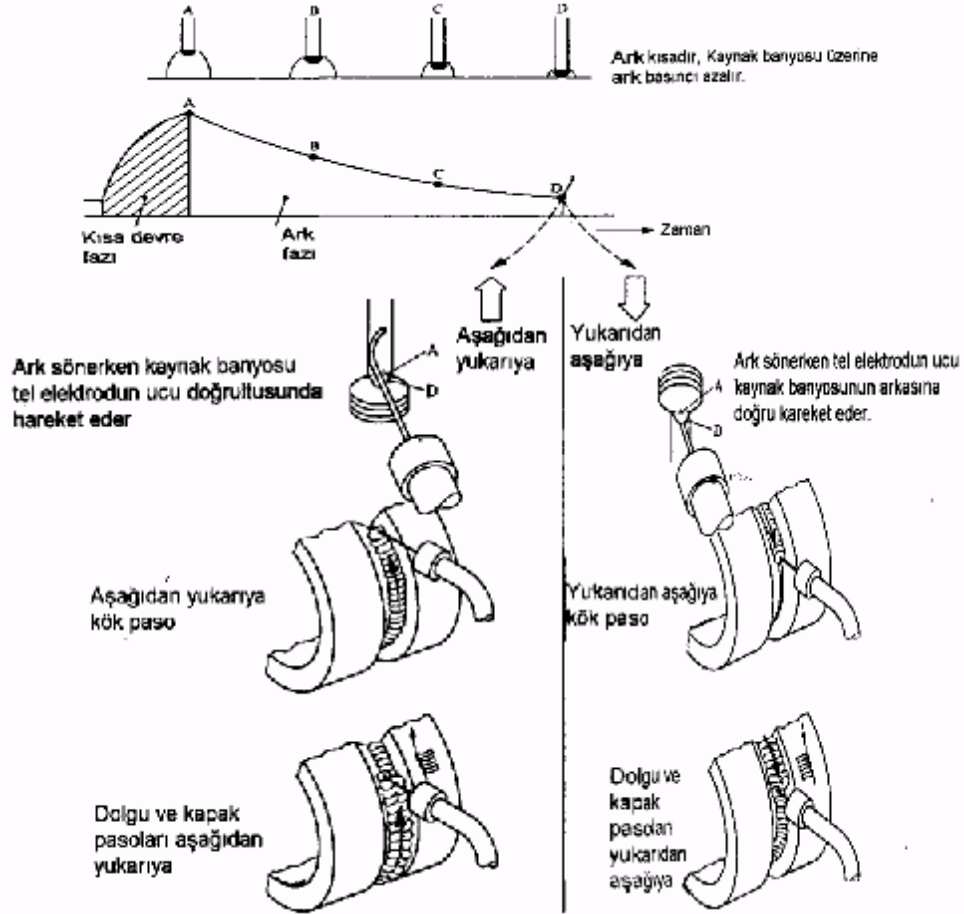
Şekil 5.15, aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya kaynaktaki problemleri, bir boru birleştirme örneğinde göstermektedir.

Aşağıdan yukarıya kaynaktaki kaynak akımının arkı yakma süresi biterken kısa devre fazlarından sonra, tel elektrodun ucu doğrultusundaki katılaşmış kaynak banyosunun yüzeyi büzülür. Yukarıda aşağıya kaynaktaki ise kaynak banyosu yerçekimi kuvvetinin etkisi altında, tel elektrodun ucunun aksi yönünde aşağıya doğru sarkar ve bu şekilde yeni bir kısa devre oluşumunu destekler. Boru kaynağında da genellikle -saçların dikey pozisyonunda alın kaynağındaki gibi- kök, yukarıdan aşağıya ve dolgu (ara) ve kapak pasoları ise aşağıdan yukarıya pozisyonunda kaynak yapılır.

Boruların kaynağında hatasız kök oluşturmak için kök aralığı (kökün paralel yüzeyleri arasındaki mesafe) ve tel elektrodun çapı en önemli değerlerdir.

5.13. Tam Mekanize Kaynak

MIG/MAG kaynağı, tam mekanizasyona son derece uygundur. Elle çok zor yapılabilen bazı dikişler (örneğin dış köşe dikişleri), arkın kaynak yerine ulaştırılabilmesi şartıyla tam mekanik olarak çok rahat kaynak yapılabilir.



Ağız kenarları ve kök paso, ark tarafından ısıtılır. Erimiş metal, daha önce kaynak edilmiş dikişin iç yapısına destek olur.

Kaynak banyosu arkın önünde akar ağız kenarları sadece ısılanır ve bu birleşme hatalarına yol açar.

Şekil 5.15. Boru kaynağında kök pasoda ve dolgu pasolarında, yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya çalışma teknikleri.

Yüksek kaynak hızlarının ayarlanabilmesi gibi, kaynak şartları alanı önemli oranda genişletilir. İnce

saçlarda 2,5 m/dak 'lık kaynak hızlarıyla kaynak yapılabilir.

Daha yüksek kaynak hızlarında yanma oluğu tehlikesi ortaya çıkar. Parçanın eğik tutulması ve yukarıdan aşağıya kaynak ile daha fazla bir iyileşme sağlanabilir.

Yüksek akımla kaynakta oluk pozisyonu, diğer pozisyonlara oranla daha avantajlıdır (Şekil 5.16).



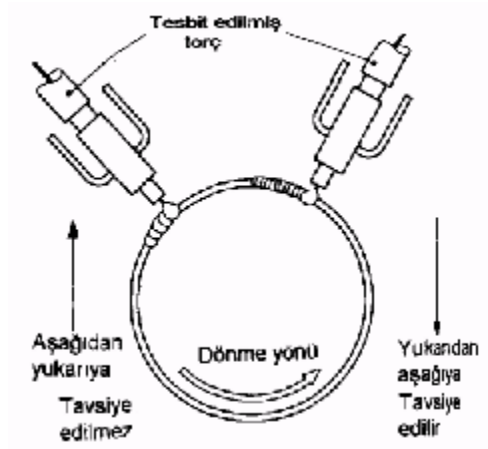
Şekil 5.16. 25 mm kalınlığındaki sacda içköşe dikişlerinin formu. Ark gerilimi: 42 V, kaynak akımı: 650 A; kaynak hızı: 250 mm/dak; koruyucu gaz: CO₂.

Solda: oluk pozisyonu, sağda: yatay pozisyon

Yuvarlak dikişler, mümkün olduğunca tam mekanize kaynak edilmelidir. Basit bir döndürme tertibatı, büyük bir verim artışı sağlayabilir. Boru ister dönel ister sabit olsun, MAG kaynağı yuvarlak dikişlerin tam mekanize kaynağı için en uygun yöntemdir.

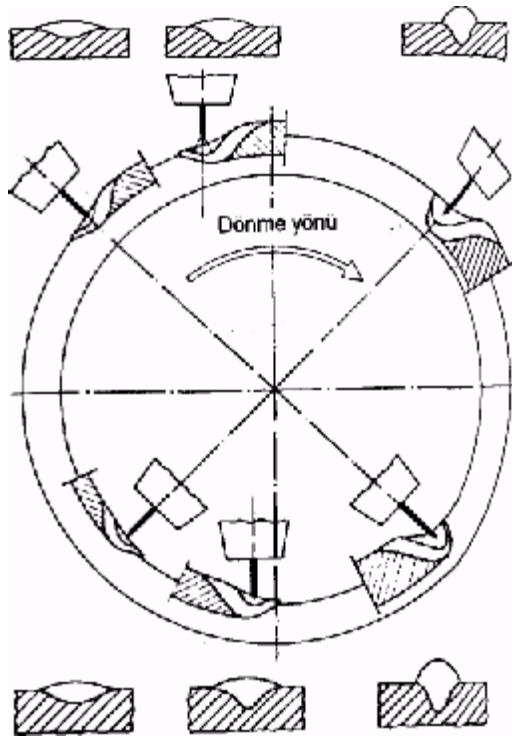
Sabit bir boruda 0,8 - 1,2 mm çaplı tel elektrodlarla kısa ark tekniği kullanılır. Yuvarlak dikiş, biri saat 12 ve diğeri saat 6 konumunda başlayan iki yarım paso ile kaynak edilir. Kaç paso çekileceği borunun cidar kalınlığına bağlıdır.

Boru dönebiliyorsa, arkın konumu büyük önem taşır. Saat ibreleri yönünde dönen bir borudaki çevresel dikişte, kaynak torcu üst ölü noktanın önünde, saat 12 ile saat 2 konumu arasında bulunur (Şekil 5.17).



Şekil 5.17. Tespit edilmiş bir torçla yuvarlak dikişlerin kaynağı.

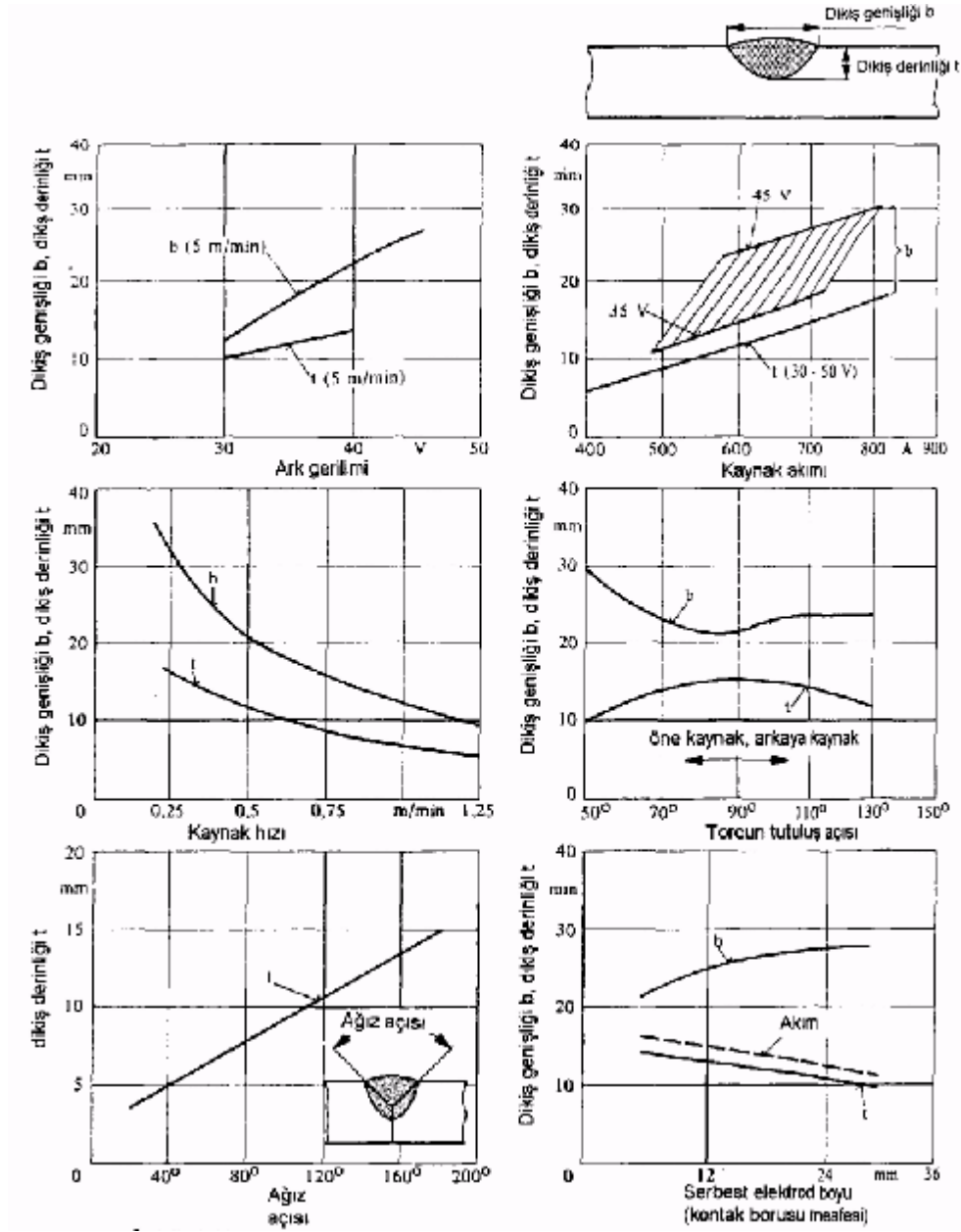
Şekil 5.18'de ise, boru kaynağında torcun çeşitli konumlarına göre erimiş banyonun ve katılmış kaynak dikişinin enkesitleri verilmiştir.



Şekil 5.18. Boru kaynağında torcun konumuna bağlı olarak banyo ve dikiş enkesitleri

Bu şekilde daha iyi bir dikiş formuna sahip ve tam nüfuziyetli yukarıdan aşağıya bir kaynak oluşur. Kısa ark bölgesinde kaynak yapıldığı sürece, torç boru çevresinin başka bir yerinde de bulunabilir - ancak bunun aksine, sprej veya uzun ark halinde torcun konumu, hafifçe yukarıdan aşağıya pozisyonda dar bir kaynak bölgesi ile sınırlanmıştır; bu halde kaynak banyosu kontrol edilemez.

Tam mekanize kaynakta kaynak değerleri elle kaynaktakine kıyasla tam olarak sabitlenebilir. Yüksek akım şiddetlerinde nüfuziyete etkisi daha iyi bilinebilir. 25 mm kalınlığındaki bir levha üzerinde kör paso ile kaynakta elde edilen sonuçların özetleri Şekil 5.19'da gösterilmiştir. Burada verilen değerler CO₂ koruyucu gazı için elde edilmiştir; dolayısıyla grafiklerdeki eğrilerin eğilimi tüm koruyucu gazlar için geçerlidir.



Şekil 5.19. Kaynak değerlerinin dikişin genişliğine ve derinliğine etkisi

Kaynak pasosunun genişliği, ark gerilimine ve kaynak hızına bağlı olup torcun tutuluş açısına ve kontak borusu mesafesine (serbest elektrod boyu) daha az bağlıdır. Nüfuziyet esas olarak kaynak akımı tarafından belirlenir. 450 A ve 850 A arasında (30 - 45 V'luk ark gerilimi ile), akım şiddetiyle doğru orantılıdır. Daha yüksek bir elektrod ilerleme hızı ve kontak borusu mesafesi gerektiğinde, kaynak akımı ve dolayısıyla nüfuziyet azalır. Aynı zamanda artan direnç etkisi ($I^2 \cdot R$ -etkisi) sonucu dikiş genişler; elektrod doğrultusundan sapacak şekilde eğilir.

DİKKAT:

Kaynağı çabuk yapının. Geniş salınlımlı pasolardan kaçınınız, Kaynak banyosunun yayılmasına müsaade etmeyiniz.

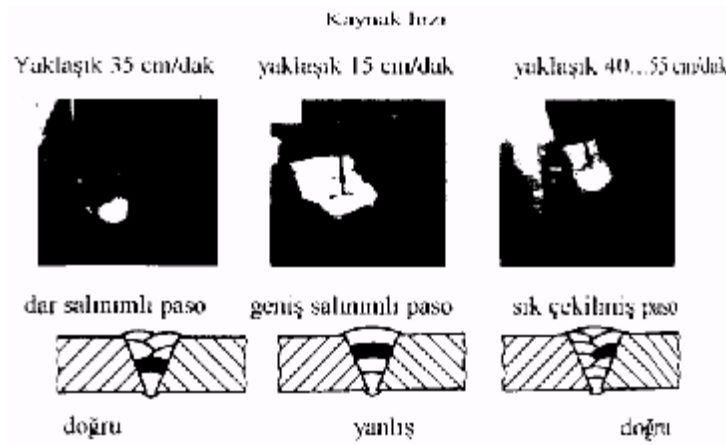
ÇÜNKÜ:

Ark ağız kenarlarını ve dikiş kökünü eritmeli ve akıcı banyonun ü/erinde durmamalıdır Ancak bu durumla, çok dar ağız açılı bir V-dikişle veya eriline gücü yüksek seçilmişse veya kaynak hızı çok yavaşsa -özellikle bu üç hatanın birlikte olması durumunda- karşılaşılar Çok büyük bir kaynak banyosu, koruyucu gazla yeterli şekilde korunamaz.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Birleşme hatası ve gözenek oluşur.

GÖSTERİM:



5.14. Kalın Saçların Kaynağı

Kalın saçların kaynağında dikiş genişliğine oranla nüfuziyet çok derin olduğundan, dikiş ortasında **katılma çatlağı** tehlikesi mevcuttur.

Şekil 5.20, 75 mm kalınlığındaki levhalarda birkaç muhtemel ağız hazırlığını göstermektedir. Tümü de başarıyla uygulanmış bu muhtemel ağız hazırlıklarında, uygun ' ' olmayan tane irileşmesi gösteren dar ve derin kaynak pasoları olmadığından (dikiş ortasında boylamasına bulunan ve çoğu kez **sıcak çatlak** olarak görülen) katılma çatlakları önlenmiştir.

Şekil 5.20-a ve -b 'deki U dikişleri, kök alınının yüksekliği bakımından birbirinden ayrılır. Yaklaşık 3

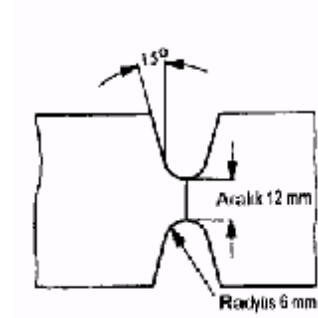
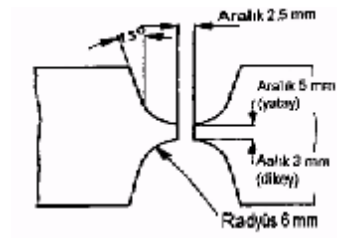
mm'lik bir kök alın yüksekliğinde ve yaklaşık 2,5 mm'lik bir kök açıklığında dikey pozisyonda kısa arkla kaynakta iyi bir kök oluşumu elde edilir (şekil 5.20-a); daha yüksek akımlarda ise kök alın yüksekliği yaklaşık 5 mm'ye çıkarılabilir ve kök açıklığı verilmez. Böyle bir yüksek akım bölgesinde tam mekanize kaynak halinde kök biraz daha büyütülebilir; bu sayede 700 A^Alık bir kaynak akımına kadar istenen değerlere ulaşılır (şekil 5.20-b).

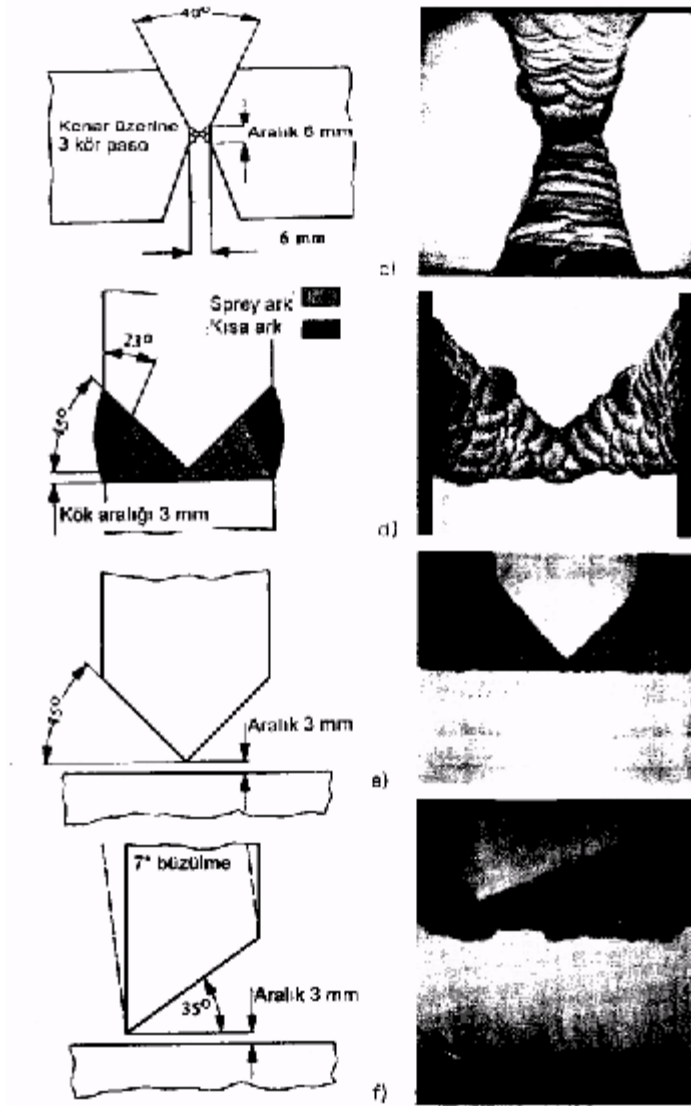
Eğer U ağız mümkün değilse veya çok masraflıysa, şekil 5.20-c'deki ağız formu uygulanabilir. Bu şekilde kök bölgesindeki dikiş uygun genişliktedir ve katılma çatlağı tehlikesi mevcut değildir; alevle kesilmiş 40° 'lik bir ağız açısına sahip 6 mm genişliğinde bir kök'e, üç adet kör paso çekilir. Şeklin yanında gösterilen makro fotoğrafta bir tarafta kısa ark tekniğiyle dikey pozisyonda yapılmış bir dikiş ve diğer tarafta da oluk pozisyonunda spreyl ark ile yapılmış bir dikiş gösterilmektedir.

Şekil 5.20-d'de gösterilen 75 mm kalınlığındaki levhadaki K-dikişi, başarıyla yapılmıştır: ilk olarak 1,6 mm çaplı tel elektrod, 330 A ve 32 V ile 15 paso çekilmiş; daha sonra oluşan kaynak metalinin yüzeyine yaklaşık 23°'lik bir eğim verilmiştir. Diğer pasolarda kaynak banyosunun bu şekilde tutulması mümkün olmamıştır; bu nedenle kalan dikiş 160 A ve 21 V ile kısa arkla kaynak edilmiştir.

MAG kaynağı, tüm kaynak pozisyonlarında iy bir nüfuziyete sahip yüksek nitelikli kaynak bağlantıları verir. Şekil 5.20-e'deki K dikişleri, 75 mm kalınlığındaki levhalarda oluk ve dik pozisyonda kaynak edilebilir. Oluk pozisyonunda kaynak edilen K dikişinin yarısı Şekil 5.20-f'de gösterilmiştir. Dikişin arka tarafı, karşı pasonun çekilmesinden önce oyulmuştur.

Tam mekanize kaynakta, MAG kaynağında dikiş formunda bir cüruf tehlikesi ve -Şekil 5.16'da gösterildiği gibi- uygun olmayan bir dikiş profili oluşabileceğinden, oluk pozisyonu tercih edilir.





Şekil 5.20. 75 mm kalınlıındaki levhalarda ağız hazırlıkları

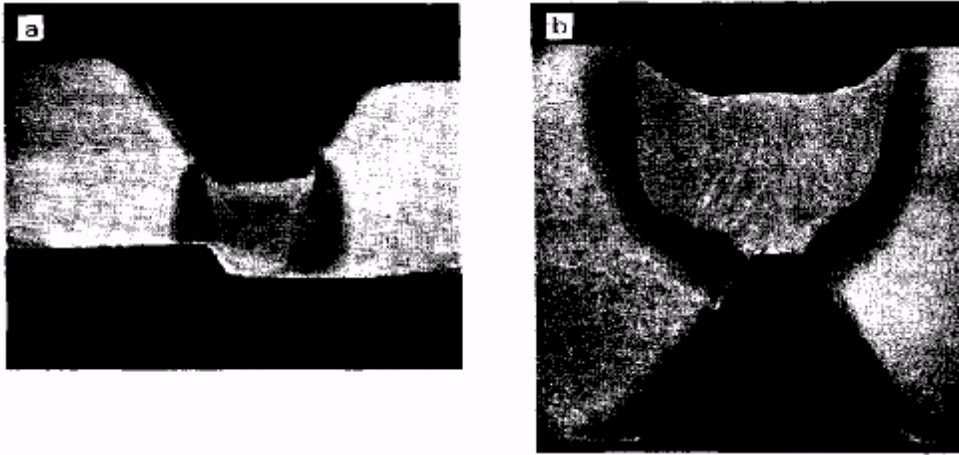
- a) elle kaynak edilen alın dikişi; U-ağızı hazırlanmış; kaynak akımı dikeyde 150 A. Yatayda 350 A.
- b) tam mekanize kaynak edilen alın dikişi; U ağızı hazırlanmış, kaynak akımı yatayda 700
- c) elle kaynak edilmiş alın dikişi; kenarlar alevle kesilmiş, kök altına kör paso/ar kaynak edilmiş, dikey 150 Amper'le kaynak edilmiş (resimdeki alt dikiş), yatay 350 A'e kaynak edilmiş (resimdeki üst dikiş)
- d) elle kaynak edilmiş alın dikişi; kaynak pozisyonu korniş pozisyonu, kenarlar alevle kesilmiş, ilk paso 350 Amperle, kalan pasolar 150 A'le.
- e) elle kaynak edilen K-dikişi; kenarlar alevle kesilmiş, kaynak pozisyonu dikeyde 150 Amperle (solda) ve oluk pozisyonunda 150 Amperle (sağda)
- f) elle kaynak edilen yarım K dikişi; kenarlar alevle kesilmiş, oluk pozisyonunda 350 A ile

5.15. Banyo Emniyeti ve Parça Kenarlarının Birbirine Uyumu

X ağızlarında ilk pasolar sprey veya uzun arkla kaynak edilmek zorundaysa veya boruların kaynağındaki gibi kaynak dikişine tek taraftan ulaşabiliyorsa, kaynak edilen kenarların birbirine tam uyumuna dikkat edilmelidir. Ark basıncının yol açabildiği, kaynak dikişinin kökten sarkması, banyo emniyeti sağlamak için altlık kullanımıyla önlenabilir. Bu altlıklar ya parçadan ayrılmaz (parça malzemesi ile aynı veya benzer malzemeden imal edilmiştir) veya sadece geçici amaçla konulur (burada genellikle bakırdan mamul altlıklar kullanılır).

Sabit hızlı ve aynı nüfuziyetli tam mekanize kaynakta, ağızların hazırlığı -özellikle kök aralığı ve kenar kayması- dar sınırlar içerisinde tespit edilmişse ve bu sınırlar içinde tutulacaksa, bazen banyo emniyeti için özel önlemlerden kaçınılabilir. X dikişlerinde özel dar toleranslar gerekir: 10 mm kalınlığında 0,5 mm kök aralığı; 25 mm kalınlığında levhalarda 1,5 mm kök aralığı. Şantiyede bulunan 20 mm et kalınlığındaki boruların pozisyon kaynağında iyi bir kök oluşumuna ve tatminkâr bir nüfuziyete, sadece 2,5 mm $\pm$ 0,8 mm'lik bir kök aralığında emniyetle ulaşılabilir. Kök aralığının 1,5 mm 'ye düşürülmesi halinde kökte tam nüfuziyet elde edilemez. Tersine olarak 3,5 mm 'ye yükseltilmesi durumunda ise, dikiş çok geniş olur ve bu nedenle kökte aşırı sarkıntılar meydana gelir.

Seramikten veya seramik madde kaplı çelikten altlıklar bu amaçla başarıyla kullanılmaktadır. Bu altlıklar kökün sarkıklığına karşı kaynak dikişini emniyete alırlar ve kaynaktan sonra kolayca uzaklaştırılabilirler. Deneyler göstermiştir ki, eğer iyi bir kök oluşturmak üzere ortası oyuk seramik altlıkların kullanıldığı, 12 mm kalınlığındaki kalın saçlarda X-ağızlarında 300 A ve 30 V ile uzun arkla kaynak yaptıktan sonra, karşı pasonun kaynağından önce herhangi bir oyuk açmak gerekmemektedir. Bu numuneler Şekil 5.21'de gösterilmiştir.



Şekil 5.21. Seramik altlık kullanılmasıyla dikiş kökünün oluşumu

a) saç kalınlığı: 6 mm; kök aralığı 3 mm; kenar kayması: 3 mm kaynak 3 mm; kaynak şartları: 34 V, 300 A, tel şartları: 21 V, 140 A, tel elektrod 1,2 mm elektrod çapı:1,2 mm çaplı.

Kötü uyum, alaşımlı çeliklerin ITAB'ında hidrojenin yol açtığı çatlama tehlikesini de arttırmaktadır. 0,5 mm'den daha büyük kök aralığı olan içköşe dikişlerinde, daha küçük olanlarına göre ITAB'da daha fazla çatlama tehlikesi gözlenmiştir.

DİKKAT:

Bu ipucu, tüm metaller ve özellikle krom-nikel çelikleri için geçerlidir.

Kökün kaynağı sırasında pasonun alt kısmına dikkat ediniz. Mümkün olan her durumda, bir altlık veya yapışkan band (CrNi-çeliklerinde cam takviyeli alüminyum folye) kullanarak bir koruyucu gaz beslemesi sağlayınız. Boru veya basınçlı kabı uygun bir gazla (Argon veya şekillendirici gaz) doldurunuz. Kritik durumlarda dikişin ait taralından da koruyucu gaz veriniz (örneğin titanyumun kaynağında).

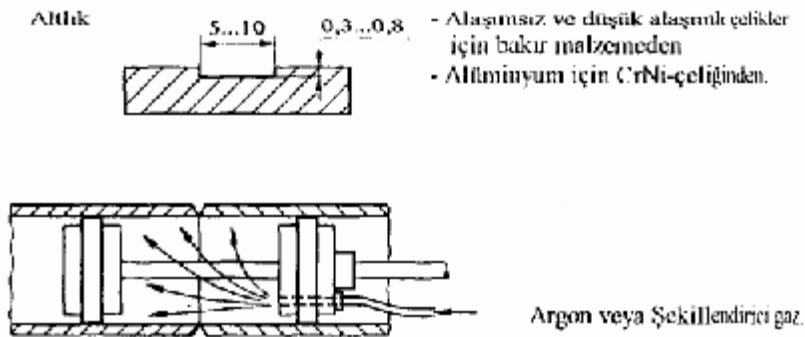
ÇÜNKÜ:

Boru kaynağı gibi pek çok uygulamada, alt tarafına iyi ulaşılamayan dikişlerde, bir süre sonra korozyon başlar. Diğer bazı durumlarda, mukavemet bakımından düz veya hafifçe sarkmış dışbükey bir kök paso oluşur. Bir somunlu kızak yardımıyla (yuvarlak dikişlerde bir destek çekici ile) oksitlenmenin önlenmesi ve aynı zamanda sarkmanın sınırlandırıldığı bir kök paso sağlayan koruyucu gaz beslemesi yapılır. Basınçlı kaplarda ve boru hatlarında argon veya şekillendirici gazla doldurma tavsiye edilir (bu halde gaz, düşük debiyle gönderilmeli ve kaptaki veya borudaki tüm açıklıklar ve aralıklar geçici olarak kapatılmalıdır).

DİKKAT EDİLMEZSE:

CrNi-çeliklerinde: dikiş ali yüzeyinin yanması, korozyon; Diğer metallerde: kolu oluşmuş kök paso görülür. Halanın giderilmesi için sonradan bir işlem, çoğunlukla mümkün değildir. Dikiş kök tarafından kaynak edilmeli veya köke ulaşılamıyorsa dikiş yeniden kaynak edilmelidir.

GÖSTERİM:



DİKKAT:

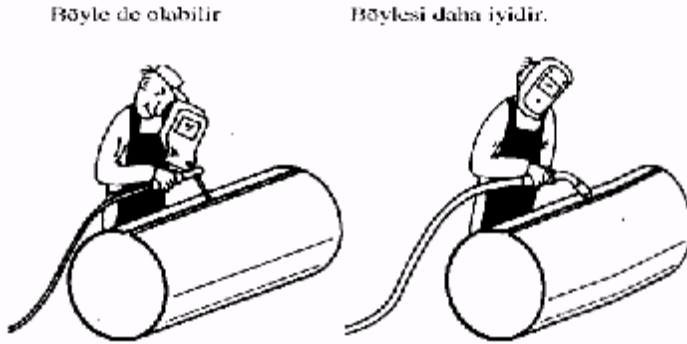
Gazaltı kaynağıyla üzerine kaynak yapılacağından, puntalama yerlerindeki elle elektrik ark kaynağından kalan cüruf kalıntılarını özenle uzaklaştırınız.

ÇÜNKÜ:

Örtülü çubuk elektrodlarla puntalama yapıldığı zaman, özenle uzaklaştırılamayan cüruf kalıntılarının üzerinde kaynak yapılması halinde bu cüruf kalıntıları gözenek oluşturur. Bu durumla, puntalama yerleri cürufle örtülü olduğu zaman da karşılaşılır. Cüruf kalıntıları uzaklaştırılamıyorsa, puntalamanın gazaltı kaynağıyla yapılması çok daha iyidir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Gözenek oluşur. Hatanın giderilmesi için cüruf kalıntıları uzaklaştırılmalıdır. Cüruf örtülerinden kaçınılmalıdır. Hatalı yerler uzaklaştırılmalı (örneğin taşlama ile keski ile oyularak, termik yöntemlerle oyularak) ve yeniden kaynak edilmelidir. Bu durumda yeniden ısı girdisi etkisine dikkat edilmelidir (örneğin iç gerilmeler, çarpılma, ITAB'da içyapı değişimleri).

GÖSTERİM:**5.16. MIG/MAG Kaynağında Kaynak Dikişlerinde Görülen Hatalar**

Tüm kaynak yöntemlerinde olduğu gibi, MIG/MAG kaynağında da çalışma kurallarına uyulmaması nedeniyle kaynak dikişlerinde hatalara rastlanabilir. Cüruf kalıntıları veya yanlış çalışma tekniğinin nedeniyle oluşan hatalar gibi bazı hatalar MIG/MAG kaynağında nadiren ortaya çıkar. Bunun nedeni, MIG/MAG kaynağındaki düzeneklerin elle elektrik ark kaynağına oranla daha kompleks olmasıdır. Kaynak makinası belirli bir kaynak işlemi için doğru şekilde ayarlandığında, kaynakçının birkaç büyük karakteristiğe dikkat etmesi gerekir. Kaynak şartlarının doğru seçilmesinin temel kuralları, bu bölümde açıklanmıştır. Aşağıdaki alt başlıklarda, MIG/MAG kaynağında rastlanan tipik hatalar üzerine genel bir bilgi verilmiştir. Yapılacak en iyi şey, bir hatanın tanınması ve bir daha

tekrarlanmaması için kaynakçıya ve kaynak şartlarına bağlı faktörlerin ortadan kaldırılmasıdır. Ancak şurası da unutulmamalıdır ki, pratikte çoğu zaman ideal şartlar oluşturulamamaktadır.

5.16.1. Gözenek Oluşumu

Gazların sıvı metal içindeki çözünürlüğü, metal soğudukça azalır -ve metalin sıvı halden katı hale geçişi sırasında çözünürlük büyük bir oranda düşer. Kaynak banyosu katılaşıırken sıvı metalde çözünmüş haldeki artık gaz dışarı çıkamaz ve gaz kabarcıkları oluşturur. Kaynak banyosunun katılma hızı çok fazla ise, bu gaz kabarcıkları banyo yüzeyinden atmosfere ulaşamaz ve dikiş içinde gözenek olarak hapsolür.

MAG kaynağında genel olarak azot (N_2), hidrojen (H_2) ve karbonmonooksit (CO) gözeneğe yol açar. Bu üç gazdan azot, eğer çevredeki hava atmosferinden emilmişse, MAG kaynağında gözenek oluşumunun en kuvvetli nedenidir. Hidrojen, yüzeydeki nemli tabakalardan veya boya tabakalarından açığa çıkar ve yeterli miktarda olduğunda gözenek oluşturur. Karbonmonooksit gözeneği, ilave teldeki dezoksidasyon elemanları (silisyum, mangan, alüminyum, titanyum veya zirkonyum) gerekenden düşük miktarda olduğunda, çelikteki karbonun oksijenle reaksiyonu sonucu açığa çıkar.

5.16.1.1. Azot Nedeniyle Gözenek Oluşumu

Koruyucu gaz olarak CO_2 kullanıldığında gözenek oluşumu için sınır değeri % 3 N_2 olmasıdır. Azot nedeniyle gözenek, daha çok kaynak makinasında kaynakçının yanlış çalışma tekniğiyle çalışmasından doğmaktadır. Kaynak şartları, sıvı kaynak banyosunun azotu absorbe etme kabiliyeti ve dolayısıyla gözenek oluşturması üzerine büyük etkisi vardır.

Kaynak hızı da gözenek oluşumuna büyük bir etki yapar. Yüksek kaynak hızlarında gözenek eğilimi azalır. Azotun absorpsiyonu aslında kaynak akımından veya kaynak hızından bağımsızdır ancak bu iki değerin yüksekliği, kaynak banyosu içinde, azot içeriği düşük olan esas metal eriyen miktarının büyümesine yolaçar. Dolayısıyla kaynak banyosu içindeki azot konsantrasyonu ve buna bağlı olarak gözenek oluşma eğilimi düşer.

Aynı gerekçeyle derin nüfuziyet oluşturacak şekilde yapılan çok pasolu teknikte, azot içeriği düşük koruyucu gaz kullanılması halinde gözenek oluşturma eğilimi yine düşer. Bu teknikte, önceki pasolar yüksek azot içerse bile sonraki paso etkisiyle yeniden eridiğinden gaz çıkışı sağlanır. Paso sayısının artması, azot içeriğini de düşürür. En üst pasoda gözenek oluşumu tehlikesi ortaya çıksa da, koruyucu gazdaki azot içeriği % 3'ten az olduğunda bu tehlike ortadan kaldırılır.

Koruyucu gazın havanın azotundan korunmasının sağlanmasında torcun girdapsız bir akış sağlaması da önemlidir. Bu kapsamda, torcun konstrüksiyonu, ayrıca gaz memesinin sıçramalardan düzenli olarak temizlenmesi, gaz akışının düzgün olmasını sağlar.

Koruyucu gaz akışının girdaplı olması, kontak borusunun gaz memesi içinde eksantrik olmasının

sonucu da olabilir.

5.16.1.2. Hidrojen Nedeniyle Gözenek Oluşumu

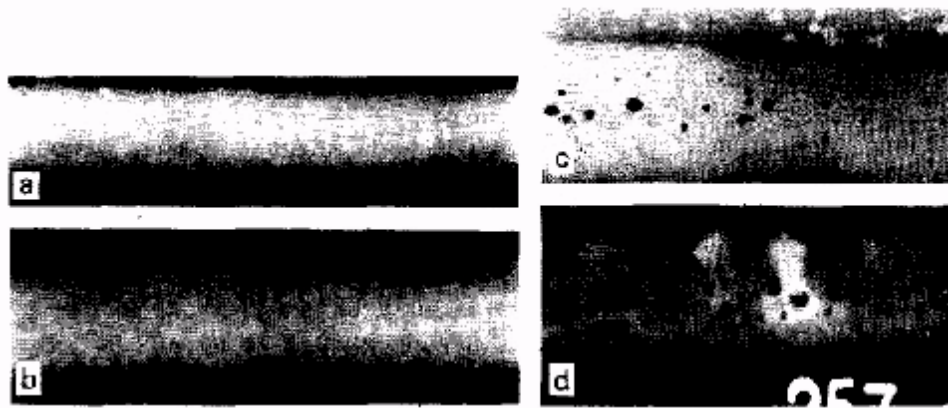
Koruyucu gaz olarak CO₂'nin içindeki çok az bir hidrojen miktarı bile gözeneğe yol açmaktadır. Kaynak metalindeki hidrojenin en önemli nedenleri, parça veya tel

elektrod yüzeyindeki su veya nemdir. Ayrıca hidrojenin önemli bir menbaı da tel elektrod yüzeyindeki bakır kaplamanın gerekenden ince olması ve dolayısıyla bakır kaplaması kötü tellerde kaplamanın altındaki telin paslanmasıdır.

Boya ve diğer koruyucu kaplamaları da hidrojen içerdiklerinden gözenek oluşturacak miktarda hidrojenin açığa çıkmasına yol açarlar. Yağlı veya gresli yüzeylerin kaynaktan önce buharla temizlenmesi gerekir.

5.16.1.3. Karbonmonooksit Nedeniyle Gözenek Oluşumu

Daha önce de açıklandığı gibi, tel elektrodun kimyasal bileşimindeki silisyum ve mangan gibi dezoksidasyon elemanları, CO-gözeneğinden kaçınmak için önemlidir. Silisyumun bir kısmı kaynak metalinde kalırken gerisi dezoksidasyon ürünü olarak bir "**cüruf**" oluşturur. % 0,3'ten fazla Si içeren kaynak metali halinde **sakinleştirilmiş** bir kaynak metali elde edilir. Artan ark gerilimiyle dezoksidasyon elemanlarının büyük bir oranda kaybolması, gözenek oluşumuna neden olur (Şekil 5.22).



Şekil 5.22. Artan ark gerilimiyle gözenek oluşumunun artışı gösteren röntgen filmleri, a) 30 V; b) 34 V (% 0,3 Si); c) 38 V (%0,2 Si); d) 42 V: kaynak akımı 510 A; kaynak hızı 30cm/sdak; koruyucu gaz: CO₂.

Gözenek oluşumuna yol açan kritik durumlar aşağıda verilmiştir:

- a) tel elektrodun, koruyucu gazın ve esas metalin uygun olmayan kimyasal bileşimi
- b) kaynak şartlarının yanlış seçimi

c) gaz korumasının nemden, havadan veya pas, yağ ve boya gibi gaz yapıcı maddelerden temizlenememesi

5.16.2. Çatlak Oluşumu

MIG/MAG kaynağında farklı tipte çatlaklara rastlanabilir. Bir çatlağın bulunduğu yer, oluşma nedenini de ortaya koyar. Kaynak metalinde sıcak çatlaklar oluşabilir. Bunlar genel olarak boylamasına doğrultudadır. Bazı düşük alaşımlı çeliklerin ITAB'ında yüksek hidrojen konsantrasyonunda, özellikle düşük sıcaklıklarda ve gerilme etkisi altında mikroçatlaklar görülebilir.

5.16.2.1. Kaynak Metalindeki Çatlaklar

Bu çatlak tipi, genel olarak sadece kalın saçlarda görülür. Özellikle koruyucu gaz olarak CO₂'nin kullanılması nedeniyle oluşan derin nüfuziyet, kaynak metalinin form faktörünün (dikiş genişliğinin dikiş derinliğine oranı) uygun olmamasına yoçalabilir. Bu durumda banyo katılırken kaynak dikişinde enlemesine yönde şiddetli gerilmeler oluşur ve bunlar kaynak metalinin ortasında boylamasına yönde çatlağa yolaçar. Bu türden çatlaklar genellikle sadece oluk pozisyonunda yüksek akım şiddetiyle yapılan kaynakta meydana gelir. Kaynak gerilimi ve kaynak akım şiddeti o şekilde ayarlanmalıdır ki, uygun bir form faktörü meydana gelsin. Ayrıca çok pasolu teknik de uygulanabilir. Uygun olmayan dikiş formları, ağız açısının çok dar olması halinde de oluşur.

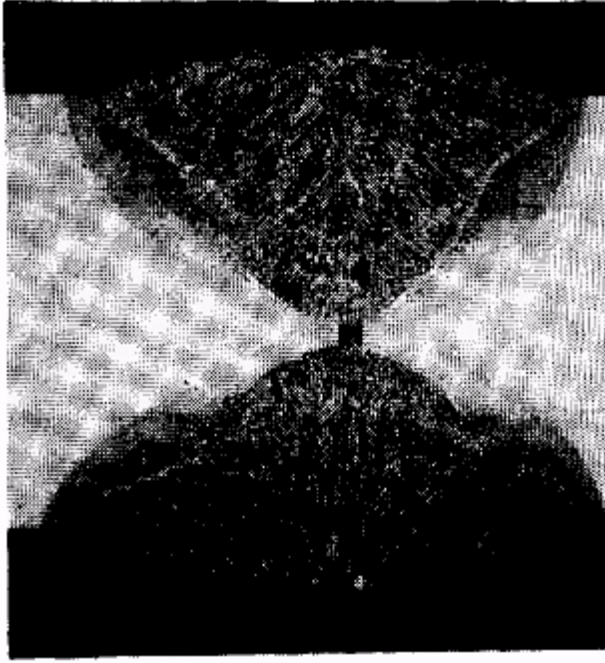
5.16.2.2. Isının Tesiri Altındaki Bölgedeki (ITAB'daki) Çatlaklar

Kaynak dikişine bitişik ısının tesiri altındaki bölge, hızlı ısınmaya ve sonrasında da hızlı soğumaya maruzdur. Düşük alaşımlı çeliklerde kaynak dikişinin yanında bulunan ve ostenit alanına kadar ısınan malzeme bölgesi, uygun hızda soğuduğu takdirde sertleşir. Kaynak metalinde absorbsiyon sonucu hidrojen bulunabilir ve bu hidrojen, ITAB'a yaymabilir. Daha sonra, kaynak iç gerilmeleri ve hidrojen gevrekliği, dikişe bitişik bölgede "**soğuk** çatlak" lara yolaçabilir. Bu tip çatlama tehlikesi MAG kaynağında hidrojen içeriğinin düşük tutulmasıyla önlenabilir. Düşük karbon içerikli (% 0,1 C) düşük alaşımlı çelikler, hidrojen gevrekleşmesine fazla eğilimli değildir.

MAG kaynağında ITAB'da çatlak görüldüğünde bunun en büyük nedeni uygun olmayan ön tavlama. Esas metalin kimyasal bileşimi ve kalınlığı, ön tavlama sıcaklığının belirlenmesi için en önemli iki kriterdir. Çok düşük enerjiyle kaynak yapılması, mikro çatlağa eğilimli bir sert içyapıya yolaçabilir. MAG kaynağında çizgisel enerjinin büyütülmesi için her zaman tel çapının büyük seçilmesi gerekmez; aynı tel çapında kaynak metaline geniş bir bölgede değişebilen farklı ısı girdileri uygulanabilir. Ancak kısa arkla pozisyon kaynağında 1,6 mm'lik bir tel elektrod, 0,8 mm'lik bir tel elektroda oranla çok daha fazla bir ısı girdisi sağladığından, alaşımlı çeliklerden kalın saçların kaynağında bu nedenle gerektiğinde kalın çaplı elektrodlar kullanılır.

5.16.3. Yetersiz Nüfuziyet

Gerekenden daha düşük bir kaynak akımı, yetersiz nüfuziyete yolaçabilir. Şekil 5.23, bunun bir örneğini göstermektedir. Artan kaynak akımının nüfuziyet derinliğini arttırdığı, artan kaynak hızının ise daha sık bir nüfuziyet sağladığı göz önünde bulundurulmalıdır. Dar bir ağız açısı, yeterli nüfuziyeti engeller. Bu nedenle ağız açısının 40°'den daha az olmamasına dikkat edilmelidir. Ayrıca torcun tutuluş açısının da nüfuziyet derinliğine etki yaptığı hatırlanmalıdır.



Şekil 5.23. 12 mm kalınlığındaki bir sacda I-dikişi. 300 A'lık bir kaynak akımında, 32 V'luk bir ark geriliminde ve 35 cm/dak'lık bir kaynak hızında tam nüfuziyet elde edilememiştir. 350A'le hatasız nüfuziyete ulaşılmıştır.

Nüfuziyet derinliğine en büyük etkiyi yapan parametre kaynak akımıdır. Bu nedenle kontak borusu mesafesinin (serbest elektrod boyunun) uzun olması, kaynak akımını ve dolayısıyla nüfuziyeti düşürür. Uzun bir dikişin kaynağı sırasında elektrod ilerleme hızının değişmesi, nüfuziyeti de değiştirir. Bu nedenle kontak borusunun aşınmamış ve doğru çapta seçilmiş olmasına da ayrıca dikkat edilmelidir. Gerekenden daha büyük çaplı bir kontak borusu, boru içindeki akım geçiş

noktasını geriye atacağından ve dolayısıyla serbest tel boyunu büyüteceğinden yetersiz nüfuziyete yolaçacaktır.

Borulardaki alın dikişlerinin kaynağında her durumda uygun olan ancak düşük bir nüfuziyet veren kısa ark kullanılır. Bununla 2,5 mm kök açıklığı ve 60°'lik ağız açısı olan V-ağız açılır. Aralık sadece 1,5 mm olduğunda ve 0,8 mm çaplı tel elektrod kullanıldığında yine yetersiz nüfuziyet oluşmaktadır (Şekil 5.24-a). 1,2 mm ve 1,6 mm çaplı tel elektrolarda kısa devre akımının fonksiyonu olan yüksek ark kuvvetleri nedeniyle nüfuziyet iyileşmektedir.



Şekil 5,24. Hatalı birleştirmelerin makro görünüşleri. Cidar kalınlığı 9,5 mm: tel elektrod çapı 0,8 mm.
a) yetersiz nüfuziyet; b) kökte birleşme hatası; c) gözenek ve birleşme hatası

5.16.4. Birleşme Hatası

Birleşme hatası, MIG/MAG kaynak yönteminden kaynaklanan bir hata değildir. Nedeni, kaynakçının çalışma tekniğindeki yanlışlıklardır.

Bir birleşme hatası, sıvı haldeki kaynak banyosunun arkın altından akmasından ve arkın direkt eritme gücünün ağız kenarlarına ulaşamamasından doğar. Dolayısıyla erimiş metal, ağız kenarlarını tam olarak ıslatamaz.

Birleşme hatalarına yol açabilen farklı kaynak şartları mevcuttur:

- Kaynak banyosunun akmasına yol açan büyük ağız kesitlerinde geniş salınlı pasolar
- Çok yüksek eritme güçleri veya çok yavaş torç hızı
- Gerekinden daha yüksek kaynak güçleriyle alın dikişlerinde gerekenden daha küçük ağız açıları.
- Çok ince tel elektrolarla kısa ark ile kalın saçların pozisyon kaynağı. Geniş arkla kalın bir

tel elektrod, akmaya eğilimli kaynak banyosunun daha iyi hakimiyetini sağlar.

- Yukarıdan aşağıya kaynağın hızının yükseltildiği, boru hatlarında pozisyon kaynağı (günümüzde şantiye kaynaklarında birleşme hatalarından kaçınmak için 1 mm çaplı tel elektrod yerine 0,8 mm çaplı tel elektrod kullanılmaktadır).

- MAG kaynak donanımında, endüktansın yanlış ayarlanması (dolayısıyla "soğuk yapışma" ya yol açılması).

- Gerekenden daha düşük ark gerilimi.

MIG/MAG kaynağında birleşme hataları, röntgen muayenesiyle her zaman tespit edilemez, çünkü -örtülü çubuk elektrodlarla elektrik ark kaynağının aksine- hatalı birleşme yerleri cüruflla kaplanmış olabilir. Pozisyon kaynağında cüruf kalıntıları, her pasodan sonra fırçalanmazsa birleşme hatalarıyla bütünleşebilir. (Şekil 5.25).



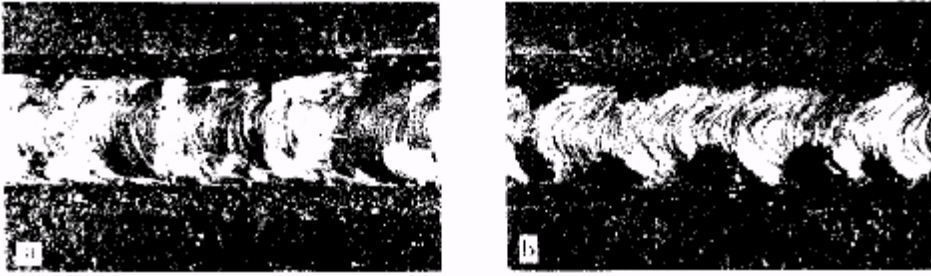
Şekil 5.25. 12 mm kalınlığındaki bir sac'ta pozisyon kaynağında cüruf kalıntılarıyla bütünleşmiş birleşme hatası. Makrokesit, b röntgen filminin ortasındaki bölgeden alınmıştır.

Oluk pozisyonundaki kaynakta birleşme hataları, kaynak banyosunun akması mümkün

olduğundan, özellikle tam mekanize kaynakta görülür. Bu duruma karşı bir önlem, torcu uygun eğimde tutarak ark kuvvetlerinin kaynak banyosunun akmasını önlemesini sağlamak veya tam mekanize çevresel boru kaynaklarında torcu üst konumunun birkaç derece dışında tutmaktır.

5.16.5. Cüruf Kalıntıları

MIG/MAG kaynağında genel olarak cüruf oluşmamasına rağmen, tel elektrodta bulunan dezoksidasyon elemanlarının, cüruf olarak tanımlanması gereken, küçük miktarda dezoksidasyon ürünleri oluşturmasıdır (Şekil 5.26).



Şekil 5.26. CO_2 altında kısa arkla kaynakta cüruf oluşumu

a) Si-Mn ile dezokside edilmiş tel elektrod

b) Si-Mn-Al ile dezokside edilmiş tel elektrod

Yüksek akımla spreyl ark bölgesinde kaynak yapıldığında, eğer kaynaktan sonra bir galvaniz kaplama veya boyama işlemi yapılmayacaksa, genel olarak camsı cürufların uzaklaştırılması gerekmez. Kısa ark bölgesinde düşük akımla kaynak yaparken, cüruf birikintileri bir aparat veya tel fırça ile uzaklaştırılmalıdır.

Tel elektrod, mangan ve silisyum dışında büyük miktarda alüminyum da içeriyorsa, cüruf siyah ve camsı olur ve kökün dikey pozisyonundaki kaynağından sonra temizlenmezse, cüruf kalıntıları ortaya çıkabilir.

DİKKAT:

Cüruf kalıntılarından kaçınmak için:

- kaynak bölgesi temizlenmelidir;
- torcun meme kısmı sık sık temizlenmelidir
- torcun tutuluşu uygun olmalıdır, örneğin torç mesafesi kısaltılmalı, torç eğimi uygun olmalıdır;
- sonraki pasoların kaynağına geçmeden önce, mevcut pasoların yüzeyindeki veya birleşme bölgesindeki cüruflar temizlenmelidir

ÇÜNKÜ:

Cüruf kalıntıları aşağıdaki durumlarda oluşur:.

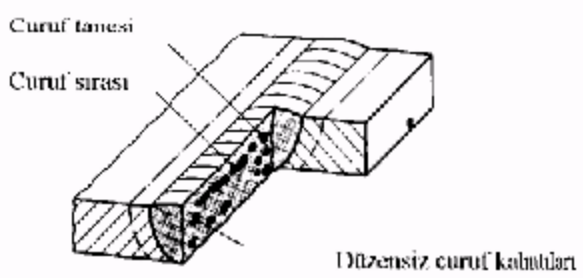
- cüruf lar (örneğin sıcak hadde ile üretilmiş saçların yüzeyinde bulunan hadde cüruf ları) kaynak banyosuna karışır

- torç memesindeki sıçramalar kaynak banyosuna düşerse
- torç yanlış sevk edilirse
- mevcut pasolardaki cüruf lar hiç veya yeterli şekilde uzaklaştırılmazsa

DİKKAT EDİLMEMİŞSE:

Cüruf kalıntısı oluşur. Bu hatanın giderilmesi için gerektiğinde taşlanıp yeniden kaynak edilmelidir.

GÖSTERİM:



5.16.6. Yanma Olukları (Yanma Çentikleri)

Kaynak akımı için gerekenden daha hızlı kaynak yapıldığında, kaynak dikişinin yanında oluk şeklinde derinleşme meydana gelir. Bunlar **yanma oluğu** olarak adlandırılır (Şekil 5.27).



Şekil 5.27. (a) Yüksek kaynak hızıyla 1,5 mm kalınlığında saçlarda yanma olukları: (b) Kaynak hızının düşürülmesiyle iyileştirilmiş dikiş formu.

Önlenmesi için mümkün olan bir önlem, kaynak hızının düşürülmesidir. Tam mekanize kaynakta her kaynak akımı için kaynak hızı tam olarak belirlenmiştir. Alın dikişleri için kaynak hızının sınırı yaklaşık 1,5 m/dak'dır. Daha yüksek kaynak hızlarına, çevresel dikişlerde özellikle de bindirme ve içköşe dikişlerinde ulaşılabilir; çünkü bu durumda torcun doğru yerleştirilmesi sayesinde kaynak banyosuna, herhangi bir yanma oluğu oluşmayacak şekilde kumanda edilebilir.

DİKKAT:

Yanma oluklarından kaçınmak için:

- salınım hareketi doğru yapılmalıdır
- kaynak gerilimi düşürülmelidir
- kalın içköşe kaynakları çok pasolu yapılmalıdır
- parçanın birleştirme bölgesindeki paslar temizlenmelidir
- torcun tutuluşu uygun olmalıdır
- eritme gücü ve kaynak hızı birbirine uygun olmalıdır.

ÇÜNKÜ:

Yanma olukları aşağıdaki durumlarda oluşur:

- uygun salınım genişliği verilmemişse veya birleştirme kenarları çok kısa ise
- kaynak gerilimi çok yüksek ve dolayısıyla ark boyu çok uzunsa
- kaynak banyosu çökecek şekilde tek pasoda çekilen içköşe dikişleri çok kalınsa
- parça asın (avlanmış veya paslı ise)
- torcun tutuluş açısı yanlış seçilmişse
- (dar pasolarda9 eritme gücü çok yüksekse ve kaynak hızı çok yüksek ayarlanmışsa

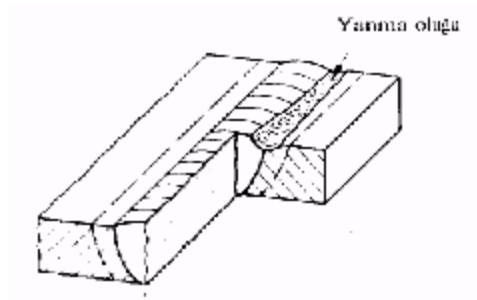
Diğer durumlarda: Yanma oluşunun nedeni bir ark üfleme ise, parça kutup bağlantısının yeri değiştirilmelidir; örneğin parça kutup kablosu her iki taraftan bağlanmalıdır ("cilt bağlantı"); torcun uygun şekilde tutulması ile ark üfleme bertaraf edilmelidir; kaynak sırası değiştirilmelidir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Yanma oluşu meydana gelir. Bu hatanın giderilmesi için yanma oluşu sonradan kaynak edilerek doldurulmalıdır.

Gösterim:

Kaynak halalarının EN 26520'ye göre tanımlanması ve gösterilmesi:

**5.16.7. Sıçrama**

Kaynağın yapılışı sırasında oluşan bölgenin dışına çıkan - **sıçrama** olarak adlandırılan- küçük metal parçacıkları fırlar ve parça, gaz memesi veya kontak borusu üzerine düşer. Sıçramalar gözenek

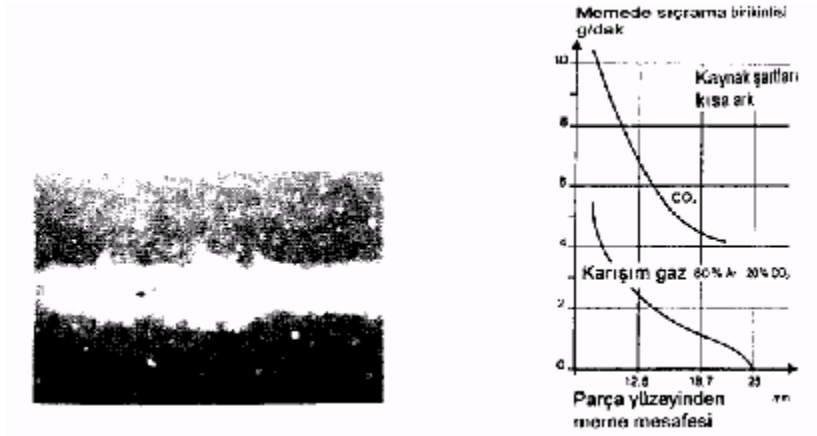
oluşumuna ve yetersiz nüfuziyete yol açabilir: sonuçları, kaynak çevriminin arzu edilmeyen bir şekilde kesintiye uğraması ve kaynak ilave metalinin ziyan olmasıdır (CO_2 gazının kullanılması halinde ilave telin verimi, alın dikişlerinde yaklaşık % 92 ve içköşe dikişlerinde de yaklaşık % 95 olarak hesaplanmalıdır). Sıçrama oluşumunun farklı nedenleri, sıçramanın kesitine göre analiz edilebilir.

Parça üzerinde kalan ve sonuçta uzaklaştırılması gereken büyük sıçramalar, MAG kaynağında - CO_2 altında da- oluşmaz. Bu tip sıçramalar, CO_2 altında, tel elektrod çapına göre kaynak akımının çok düşük olması halinde veya gerekenden uzun bir ark boyu (gerekenden yüksek ark gerilimi) ayarlanmışsa ve ilave telin damlacıklarının eksenel olmayan şekilde geçmesi sonucu meydana gelir. Uzun ark bölgesinde CO_2 altındaki kaynaktaki büyük sıçramalardan, tel elektroda göre kaynak akımının yükseltilmesi veya aynı kaynak akımında daha düşük çaplı tel elektrod kullanılması ve ancak ark geriliminin daha düşük tutulması halinde kaçınılabılır.

Gaz memesindeki ve kontak borusundaki sıçramalar, genel olarak eksenel olmayan malzeme geçişi sonucu oluşan sıçramalara göre daha ince tanelidir ve hızlı uçarlar. Bunlar genel olarak rastlanan sıçrama türündendir. Koruyucu gaz akışında bu sıçramalar nedeniyle girdap oluşur; koruyucu gaz örtüsü hava ile karışır ve bu da gözeneğe yol açar. Bu sıçramaların çıkış*noktası, düşük akım şiddetli ve düşük gerilimli kısa arkkal kaynaktaki kısa devre köprüsünün kesilmesidir. Kısa devre köprüsünün patlama şeklindeki serbest yanışından çıkan parçacıklar, sıvı haldeki kaynak banyosundan saçılır. Bu durumda kaynak makinasının dinamik karakteristikleri ve makina içindeki endüktans bobininin ayarı büyük önem taşır.

Koruyucu gaz akışının girdap oluşumu yoluyla bozulması tehlikesine ek olarak, tel elektrodun beslenmesinde de zorluklar ortaya çıkar. Sıçramalar, silindirik gaz memesi iç cidarında bir sıçrama halkası meydana getirebilir. Bunlar uzun dikişlerin çekilmesi sırasında çözünüp kaynak banyosunun içine düşer ve orada birleşme hatalarına ve oksit kalıntılarına yol açar.

Tüm bu zorluklar, CO_2 yerine argon esaslı bir karışım gaz kullanılmasıyla önemli oranda azaltılabilir veya tamamen ortadan kaldırılabilir. % 80 Ar ve % 20 CO_2 kullanıldığında son derece düşük sıçrama oluşumu elde edilmektedir (Şekil 5.28).



Şekil 5.28. Meme üzerindeki sıçrama oluşumu ile parça ve meme arasındaki mesafenin ilişkisi.

Bunun nedeni, daha önce de anlatıldığı gibi argon esaslı bir karışım gaz altında malzeme geçişinin daha düzgün olmasıdır. Bu nedenle uzun kaynak dikişlerinin kesintisiz şekilde kaynak yapılabilmesi için karışım gazların kullanılması gerekir. Bu şekilde düşük sıçrama oluşumu da sağlanır.

Uygun kaynak şartlarının ayarlanması, yanıl bir koruyucu gaz akışı için kaynak işlemine uygun bir düzeneğin hazırlanması ve bir Argon-CO₂ karışım gazının kullanılması yoluyla sıçrama oluşumu önemli oranda azaltılabilir. Bu üç önlem, benzer şartlardaki tüm uygulamalarda başarılı sonuçlar vermektedir.

Suyla soğutulan gaz memeleri, sıçramaların yapışmamasına büyük miktarda yardımcı olur. Bu amaçla sprey tüp şeklinde satılan ayırıcı maddeler (silisyum esaslı veya silisyumsuz) kullanılabilir.

En düşük boyutlu ve yaklaşık 40 m/s hızla uçan sıçramalar, dar bir birikme bölgesi oluşturur. Bunlardan kaynak makinasının doğru değerlere ayarlanmasıyla kaçınılabilir; büyüklükleri ve miktarları, koruyucu gazın türünden etkilenir. Bu bakımdan karışım gazlar en iyi sonucu verir. Bu sıçramalar genel olarak kısa devre oluşumundan doğar; ancak bazı sıçramalar sakin bir ark periyodunda da oluşabilir.

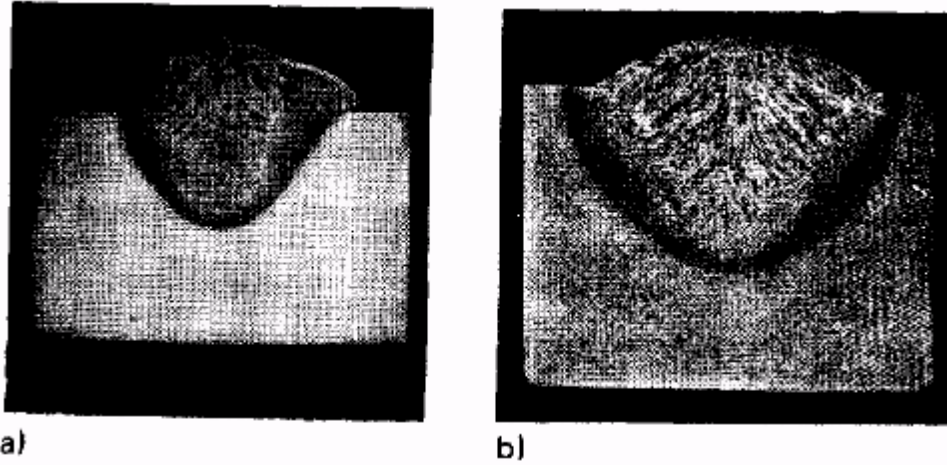
Sıçramalar, tel elektrodun bir damla eridiğinde ve bu damlanın tel elektrodla olan zayıf bağlantısının - sıvı halindeki bağlantı - kopması anında oluşur. Bu olay, serbest elektrod boyu (kontak borusu mesafesi) uzunsa, özellikle tel elektrodun ince olması durumunda ve bu ince tel elektrodun direnç ısısı nedeniyle plastik hale

geldiğinde daha da kuvvetli şekilde meydana gelir. Serbest elektrod boyu normal şartlarda 25 mm'yi geçmemelidir. 0,8 mm çaplı tel elektrod halinde ise bu boy 6 mm ile sınırlıdır.

5.16.8. Düzensiz Dikiş Profili

Doğru şekilde ayarlanmış bir MIG/MAG kaynak donanımıyla, tüm pozisyonlarda yüzeyi düzgün iyi dikişler oluşturulabilir. Yanlış ayarlar, kötü dikiş profiline ve dolayısıyla yerel gerilme yığılma noktalarına (çentiklere) ve sonuçta yorulma dayanımının düşmesine yol açar.

Uzun ve spreyci ark halinde, yatay içköşe kaynaklarında, kaynak banyosunun akması nedeniyle bir çentik etkisi ortaya çıkar (Şekil 5.16). Bu nedenle yüksek akımla yapılan içköşe kaynakları, daima oluk pozisyonunda yapılmalıdır. Ark geriliminin değiştirilmesiyle, içköşe dikişlerinde dikiş profili düzgünleştirilebilir. Yüksek akım şiddetinde yüksek ark gerilimlerinin etkileri Şekil 5.29'de gösterilmiştir. Ancak ark geriliminin artması, sıçrama oluşumunu da arttırdığından bir optimum değer seçilmelidir.



Şekil 5.29. Yüksek akımla (630 A) CO₂ altında elde edilen kaynak pasolarının makro görünüşleri. A) ark gerilimi 32 V - gerekenden az; b) ark gerilimi 40 V- doğru; kaynak hızı 30 cm/dak; tel elektrod çapı 2,4 mm.

Gerekenden uzun serbest elektrod boyunda, artan direnç ısı nedeniyle plastik hale gelen telin doğrultusu bozulur. Özellikle tam mekanize kaynakta bu durum birleşme hatalarına yol açar (Şekil 5.30). Ayrıca tel düzeneği olmadan kaynak yapılan ve bu nedenle tel memesinden çıktıktan sonra burkulan sert teller de bu tip hataları oluşturabilmektedir.



Şekil 5.30. Dikişin doğrultusunun bozulmasına yol açan, gerekenden daha uzun serbest tel boyu.

DİKKAT:

Dikişin aşırı dışbükey olmasından kaçınmak için:

- dikiş mümkün olduğu kadar oluk pozisyonunda ve gerektiğinde çok pasolu olarak kaynak edilmelidir

- kaynak hızı ve eritme gücü birbiriyle uyumlu olmalıdır

- torcun eğimi uygun değerinde olmalıdır

- kaynak gerilimi yüksek olmalı; tel ilerlemesi düşük olmalı; gerektiğinde hafifçe salımın yapılmalıdır.

ÇÜNKÜ:

Aşırı yüksek bir dikiş taşkınlığı ile aşağıdaki durumlarda karşılaşılır:

- kaynak pozisyonu çok dikey seçildiğinde

- kaynak hızı çok yavaş veya eritme gücü çok yüksek ayarlandığında

- dikiş, torç eğimi öne doğru çok fazla olduğu halde yapıldığında,

- kaynak gerilimi çok düşük ve / veya tel ilerleme hızı çok yüksek ayarlandığında.

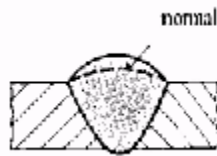
DİKKAT EDİLMEZSE:

Aşırı dikiş taşkınlığı meydana gelir. Hatanın giderilmesi için fazla dikişlerin taşlanması gerekir - bu durumda zaman kaybı ve taşlama maliyeti ortaya çıkar!

Gösterim:

Kaynak hatalarının EN 26520'ye göre tanımlanması ve gösterilmesi:

Aşırı dikiş taşkınlığı

**DİKKAT:**

Kapak pasosunun çöküklüğünden kaçınmak için:

- geniş salınım hareketi verilmelidir;

- dikiş çok tabakalı veya pasolu kaynak edilmelidir;

- mümkün olduğu kadar oluk pozisyonunda kaynak edilmelidir; bununla birlikte, biraz aşağıya doğru olması, yukarıya doğru olmasından daha iyidir (hafifçe yukarıya doğru kaynak edilmesi halinde, kuvvetli şekilde dikiş taşkınlığı oluşur), ancak kaynak banyosunun akmasına müsaade edilmemelidir.

ÇÜNKÜ:

Bir kapak pasosu çöküklüğü ile aşağıdaki durumlarda karşılaşılır:

- salınım hareketi gerektiğinde kaynak ağzı çok genişlemişse; kaynak banyosu soğuksa veya tek pasolu bir dikiş çok geniş çekiliyorsa;

- kapak pasosunun enkesiti çok büyükse
- yüksek eritme gücünde kaynak pozisyonu aniden aşağıya doğru oluyorsa.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Kapak pasosunun çöküklüğü hatası oluşur. Bu hatanın giderilmesi için sonradan kaynakla doldurulmalıdır (müsaade ediliyorsa).

GÖSTERİM:

Kaynak hatalarının EN 26520'ye göre tanımlanması ve gösterilmesi:

Kapak pasosunun çöküklüğü



DİKKAT:

Uç kraterinden kaçınmak için:

- krater yavaşça öne ve arkaya kaynakla doldurulmalıdır
- veya ark, kaynak banyosu düz şekilde katılaştıktan ve krater "lam kaynak" edildikten sonra söndürülmelidir.
- gerektiğinde dikiş sonunda ek bir "uzatma parçası" kullanılmalıdır.

ÇÜNKÜ:

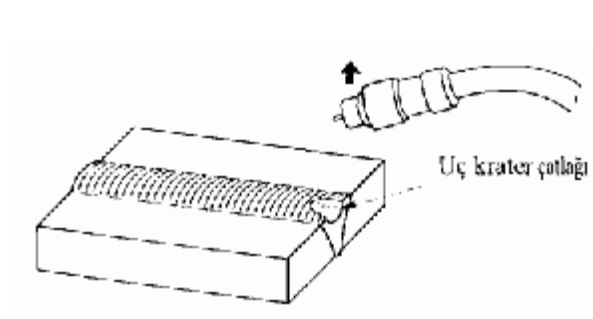
Uç krateri, arkın çok uzun veya çok hızlı olduğu ve dolayısıyla kaynak banyosunun çok büyük olduğu durumlarda oluşur.

Ayrıca koruyucu gaz akışının dikiş ucu katılaşıncaya kadar sürmesi sağlanmalıdır.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Uç krateri oluşur. Bu hatanın giderilmesi için krater tekrar kaynak edilerek doldurulmalıdır.

GÖSTERİM:



5.16.8. Dikişin Görünüşü

Farklı gazlar halinde dikişin görünüşü Şekil 5.31'de verilmiştir. Ark'ın parça yüzeyindeki dokunma noktası değiştiğinde, oksit tabakası parçalandığından saçın ıslanması iyileşir.



Şekil 5.31. Farklı gazlar halinde dikişlerin görünüşü a) CO₂; b) Ar-CO₂; c) Ar

Şekil 5.31-b'de bu etki, kaynak pasosunun yanındaki dar bölgeden tanınabilmektedir. Özellikle ince saçlarda, burada oksit tabakası üzerindeki sökme etkisi göz önüne alınamadığından, Argon-CO₂ gaz karışımlarıyla CO₂'ye oranla biraz daha yüksek kaynak hızlarına ulaşılır (Şekil 5.31-a).

Şekil 5.31-c, saf argon kullanımı halinde kararsız arkın etki alanının genişlediğini göstermektedir. Alaşımsız çeliklerde argona O₂ veya CO₂ ilavesi halinde tatminkâr kaynak dikişleri oluşturulabilir.

5.17. Çeşitli Malzemelerin Gazaltı Kaynağı

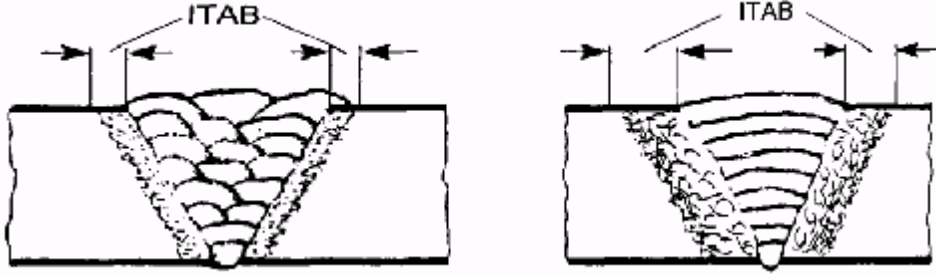
5.17.1. İnce Taneli Yapı Çeliklerinin Kaynağı

İnce taneli yapı çeliklerinin kaynağında temel kural; malzemeye özgü özelliklere yani malzemenin "İnce taneli" olduğuna dikkat edilmesidir, ince taneli çelikler, mikro alaşımlı ve/veya belirli soğutma işlemleriyle imal edilerek ince taneli yapıları sayesinde saçların akma sınırlarının yükseltilmesidir. Bunun anlamı, St 37 gibi normal bir yapı çeliği veya H2 gibi bir kazan sacı yerine daha ince bir saç kullanılması dolayısıyla daha hafif bir konstrüksiyon oluşturulabilmesidir.

Çelik üretimi sırasında kontrollü ısı girdisi yoluyla ince tanelilik elde edildiğinde, çeliğin daha sonraki kullanımı sırasında kontrolsüz bir ısı girdisine maruz kalmaması gerekir. Bu bakımdan "çizgisel enerji" ifadesinin açıklanması gerekir.

5.17.1.1. Isının Tesiri Altındaki Bölge - ITAB

Şekil 5.32'de gösterilen kaynak işleminde, V dikişinin kenarlarında, ısı girdisinin büyüklüğünün ve etkime süresinin, istenen ince taneli bir yapıdan istenmeyen bir iri taneli yapıya kadar değişik içyapılar oluşturabileceği gösterilmektedir.



Şekil 5.32. Çizgisel enerjinin ısıtma tesiri altındaki bölge'nin iç yapısına etkisi.

Yukarıdaki şekilde sağda gösterilen durumda geniş salınlımlı kaynak şeklindeki yanlış çalışma tekniğinin iri taneli bir iç yapıya yol açtığı gösterilmiştir. Soldaki şekilde ise, dar paso tekniği ile ITAB'daki soğuma süresinin, ince taneli yapı çeliklerinin mevcut ince taneli iç yapısına zarar vermeyecek derecede tutulduğu görülmektedir.

Uygun bir ısı girdisiyle, belirli bir Çizgisel Enerji "E" sağlanabilir.

5.17.1.2. Çizgisel Enerji E (J/cm)

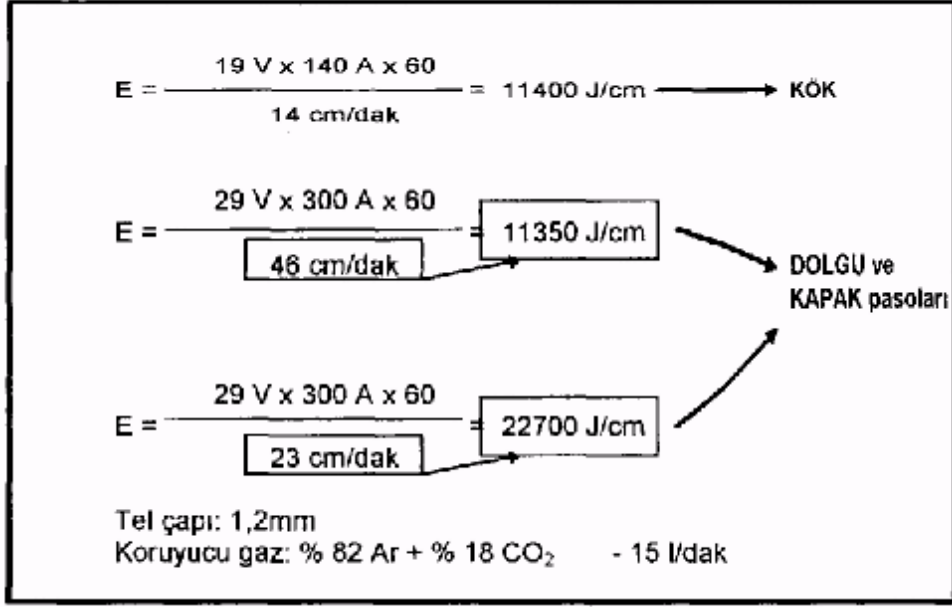
Çizgisel enerji, aşağıdaki formülle hesaplanır.

Volt x Amper x 60

E (J/cm) =-----

Kaynak hızı

Yönteme bağlı olarak kaynak hızındaki değişikliklerin çizgisel enerji üzerine ve dolayısıyla ısı girdisine büyük etki yaptığını dikkat edilmesi gerekir. V ağız açılmış bir ince taneli yapı çeliğinin kök pasodan kapak pasoya kadar kaynak yapıldığı varsayılırsa, her durumda çizgisel enerji Şekil 5.33'teki gibi hesaplanabilir:



Şekil 5.33. Kaynak hızının çizgisel enerjiye etkisi ($E=J/cm$)

- 19 V/140 Amper'de kısa ark ile kökün kaynağında kaynak hızı 14 cm/dak'dır ve istenen çizgisel enerji $E = 11400 \text{ J/cm}$ 'dir.
- 29 V/300 Amper'de sprej arkla dar paso tekniğiyle dolgu pasolarının yapılmasında kaynak hızı 46 cm/dak'dır. Bu durumda kökün kaynağındaki ile hemen hemen aynı çizgisel enerji elde edilir $E = 11350 \text{ J/cm}$.
- DİKKAT: Sprej arkta kaynak hızını yarıya düşüren geniş salınlımlı pasolar, çizgisel enerjiyi iki katına çıkarır: $E = 22700 \text{ J/cm}$.

Dolayısıyla ısı girdisi çok miktarda artmış olur. ITAB'daki soğuma süresi uzar ve tane irileşmesi üzerine olumsuz etki yapar.

Dolayısıyla ince taneli yapı çeliklerinin kaynağında aşağıdaki kural ortaya çıkar: İstenen çizgisel enerji için, en iyi ayarlama etkeni kaynak hızıdır.

DİKKAT:

İnce taneli yapı çeliklerinin kaynağında belirtilen çizgisel enerjiyi uygulayınız.

ÇÜNKÜ:

İnce taneli yapı çeliklerinde tokluğun düşmesinden (gerekenden yüksek çizgisel enerji verilmesi halinde) veya çatlak oluşumundan (gerekenden düşük çizgisel enerji verilmesi halinde) kaçınmak için doğru ısı girdisi sağlanmalıdır. "Çizgisel enerji" değeri, kaynak ark gerilimi ile kaynak

akımının çarpılması ile bulunan değer, kaynak hızına bölünmesi ile elde edilir, müsaade edilen çizgisel enerjiler, cidar kalınlığına bağlıdır ve çelik Üreticisinin tavsiye ettiği soğuma hızı ile hesaplanır.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Tokluğun azalması veya çatlak oluşumu görülür.

DİKKAT

Kaynak ilave metallerinin (masif veya özlü tel elektrodlar) seçiminde çelik üreticisi firmanın tavsiyeleri göz önünde bulundurunuz.

ÇÜNKÜ:

İnce taneli yapı çeliklerinin kaynağında, esas metal ile ilave metal arasındaki uyuma ö.ellikle dikkat edilmelidir, Esas metalle karışım sonucunda kaynak metalinin kökteki mukavemeti yükselir. Bu nedenle ince taneli yapı çeliklerinin kök kaynağında, ara ve kapak pasolarına göre kaynak metaline daha düşük mukavemet veren ilave teller kullanılabilir.

GENEL OLARAK: dar pasolar çekilmeli, çok pasolu teknik uygulanmalıdır.

GÖSTERİM:
DİKKAT:

EN 10025'c göre yapı çelikleri, ince taneli yapı çelikleri, kazan saçları, çelik dökümlerin MAG kaynağı:

Kalın saçların (10 mm'nin üzerinde) kaynağında, cihazın ayarlanması, ağız hazırlığı ve çalışma teknikleri bakımından standartlar göz önüne alınmalıdır.

ÇÜNKÜ:

Kalın saçların kaynağında kaynak makinasının, tutuşturma süresi noktasına kadar bir "yavaşça yaklaşma hızı"na, ayrıca dikiş sonu için ayarlanabilir bir geri yanma süresine ve ayrıca koruyucu gaz için ön ve art akış süresine ayarlanmış olması gerekir.

Ön tavlama sıcaklığına dikkat edilmelidir (örneğin St 52 malzemede DVS-Merkblatt 1703 'e göre 50°C ile 80°C arası.)

Yeterli uzunlukta (en az 60 mm) ve kalınlıkta (en az 4 mm) punta kaynaklan yapılmalıdır - ön tavlamaadan çok önce. Çatlamış punta dikişlerinin üzerine kaynak yapılmamalıdır, tam tersine bu bölgeler taşlanmalıdır.

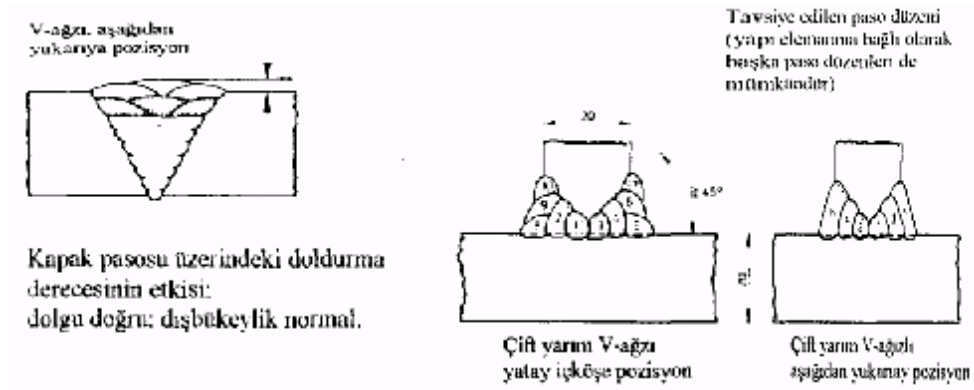
Kök ve kapak pasoları dar pasolar şeklinde çekilmelidir. Masif tel elektrodlar halimle torç. dikey veya dikiş yönünde dikeye 10° açı yapacak şekilde, özlü tel elektrodlarda ise dikey veya dikisin aksı yönde hallice eğik sekide tutulmalıdır.

Kapak pasosunun doğru ölçüde doldurulmasına dikkat edilmelidir (üst şekil). Ortadaki son paso "ıslah pasosu" olarak adlandırılır. T-birleştirmelerde pasoların çekilişinde kaynak pozisyonunda da dikkat edilmelidir (alttaki şekil).

İKKAT EDİLMEZSE:

Birleşme hatası, gözenek oluşur.

GÖSTERİM:



5.17.2. Paslanmaz ve Yüksek Alaşımlı Çeliklerin MIG/MAG Kaynağı

Paslanmaz ve yüksek alaşımlı çeliklerin MIG/MAG kaynağı, geniş bir saç kalınlığı alanı için mümkündür. Aşağıda paslanmaz ve yüksek alaşımlı çeliklerin MIG/MAG kaynağı için çalışma kuralları verilmiştir:

Paslanmaz çelikler kaynak yapılmak istendiğinde, uygun ilave malzemenin seçimi çok önemlidir. Bu durumda aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- bu malzemelerin ısı iletkenlikleri, alaşımsız çeliklerinkinin yaklaşık sadece üçte biri kadardır.
- ısı iletkenlikleri ise alaşımsız çeliklerinkinin yaklaşık üçte biri kadar daha yüksektir.

Aşağıda paslanmaz çeliklerin kaynağı için çeşitli ipuçları verilmiştir:

DİKKAT:

CrNi-çeliklerinin işlendiği çalışma ortamını, alaşımsız çeliklerin işlendiği ortamdan ayırınız.

ÇÜNKÜ:

Alaşımsız çeliklerin işlendiği bir çalışma ortamında, çarpma veya sürtünme nedeniyle demir parçacıkları ile temas edebileceklerinden dolayı CrNi-çeliklerinin yüzeyleri daima tehlikededir. Böyle bir ortamda CrNi-çeliklerinin kimyasal olarak dirençli yüzey tabakaları hasar görür. CrNi-çeliklerinin yüzeyleri üzerine taşlama tozlarının gelmesi de, atmosferik paslanmaya neden olur ve korozyon dayanımı tehlikeye girer.

DİKKAT EDİLMEZSE:

CrNi-çeliklerinin yüzeyleri daha sonradan yapılacak bir kimyasal işlemle korozyon dayanımını

sürdüremez. Hatanın giderilmesi için gerektiğinde birkaç kez dağlayıcıyla dağlayınız. Her dağlamadan sonra yıkayınız, gerektiğinde uygun bir pasivasyon çözeltisiyle pasivasyon yapınız.

GÖSTERİM:



Çalışma ortamı
CrNi-çelikleri

Çalışma ortamı
Alaşsımsız çelikler

DİKKAT:

Parçaları bitişirmekten kaçınınız- dikişin alt tarafında da.

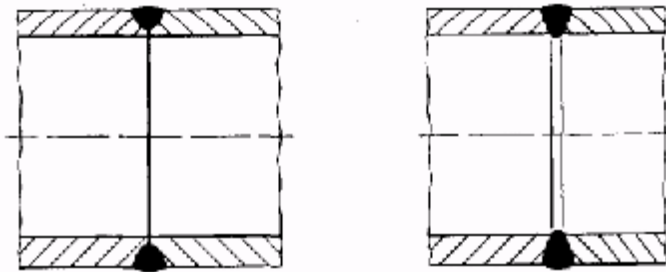
ÇÜNKÜ:

0,05 ila 0,20 mm'lik aralıklarda CrNi çeliklerinin kimyasal olarak dayanıklı yüzey tabakaları sürekli olarak oluşamaz. Korozyon oluşturuıcı maddelerin etkimesi halinde aralık korozyonu meydana gelir. Bu tip aralıklar, örneğin borularda, dikişin alt tarafına ulaşılabilmesi gibi durumlarda, kökün tam olarak kaynak edilmemesi durumunda oluşur.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Aralığa korozyon etkisi oluşur. Hatanın giderilmesi için konstrüksiyonun değiştirilmesi yoluyla konstrüklif olarak sınırlandırılmış aralıklardan kaçınılmalıdır. Kök tam olarak kaynak edilmelidir (koruyucu gaz girişine izin veren bakır altlıklarla veya boru ve kabın içinin şekillendirici gazla doldurulmasıyla bu işlem başarılabılır).

GÖSTERİM:



Yanlış

Doğru

DİKKAT:

Kaynak dikişi üzerindeki ve yanındaki tav rengini uzaklaştırınız.

ÇÜNKÜ:

Tav rengi, (avlanma sırasında hava ile temas eden CrNi-çeliklerinin yüzeyinde oluşan ince bir oksit tabakasıdır. Kimyasal olarak dayanıklı pasif yüzey oksit tabakasının oluşabilmesi için bunun uzaklaştırılması gerekir. Bu tabakanın uzaklaştırılabilmesi için dağlama, ışın verme, taşlama veya yerel olarak bir dağlama pastası veya fırça ile işlemek gerekir. Dağlama pastası bir boya fırçası ile uygulanır; etkisi genellikle fırçalamadan daha kuvvetlidir. Kalan dağlayıcı, temiz su ve bez ile üstüğü veya yumuşak bir boya fırçası ile uzaklaştırılır.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Tav rengi ile kaplanan yüzeyden korozif etki başlar. Korozyon oluşuktan sonra bir daha ortadan kaldırılamaz, bu nedenle olumsuz çalışma şartları önlenmeli ve tav rengi uzaklaştırılmalıdır.

GÖSTERİM:

Dikkat:
Tav rengi uzaklaştırılmalıdır.

DİKKAT:

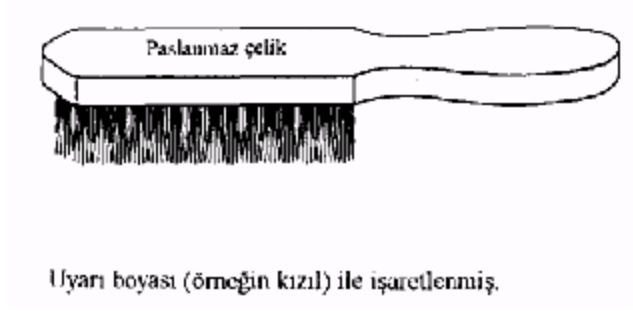
CrNi-çeliği üzerinde sadece paslanmaz çelik tellerden imal edilmiş özel çelik fırçaları kullanınız -yaygın olarak kullanılan çelik tellerden yapılmış fırçaları kullanmayınız. Bu fırçaları kolayca anlaşılır ve değiştirilemez bir şekilde işaretleyiniz ve bunları alaşımsız çelikler için asla kullanmayınız.

ÇÜNKÜ:

CrNi-çelikleri, sadece yüzeylerinde bir koruyucu tabaka (pasif tabaka) mevcutsa korozyona dayanıklıdır. Böyle tabakalar standart bir çelik tel fırça ile fırçalandığında, koruyucu tabakayı zayıflatan ve korozyon ve paslanmanın başlangıç noktalarını oluşturabilen ince demir parçacıkları yüzey üzerine gelir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Standart bir çelik tel fırça ile fırçalanmış yüzeylerde korozif etki başlar. Korozyon oluşuktan sonra bir daha ortadan kaldırılamaz; çelik tel fırça ile hasar görmüş olan yüzeyler, dağlayıcı ile tekrar problemsiz hale getirilmelidir.

GÖSTERİM.**DİKKAT:**

Kaynak ilave malzemesinin seçiminde, her şeyden önce aynı tür bir ilave malzeme seciniz ve ilk olarak bu prensipten bir sapma olup olmadığını özenle kontrol ediniz.

ÇÜNKÜ:

CrNi çelikleri (örneğin VA) molibdenli veya molibdensiz, stabilizasyon elemanlı veya elemansız ve özellikle de düşük karbon içerikli (KLC-tipi)'dir. Belirli amaçlarla kullanıcı bu malzemelerden birini seçer; daha sonra kural olarak kaynak dikişinin de esas malzeme ile aynı korozyon dayanımını sağlaması gerekir. Sadece bazı durumlarda -bazen maliyet açısından- bu kuraldan sapmalar olabilir. Bu kararı sadece malzeme seçici teknik personelin vermesi gerekir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Yanlış kaynak ilave teli kullanımı sonucu kaynak dikişinin korozyon dayanımı düşer. Hatanın uzaklaştırılması için tüm kaynak dikişlerinin taşlanması ve doğru ilave telle yeniden kaynak edilmesi gerekir. Bu yapılmadığı takdirde tüm kaynaklı konstrüksiyon hurda olarak kullanılabilir (bu riski göze alabilir misiniz?)

GÖSTERİM:

Esas malzeme		Aynı tür ilave malzeme	
Malzeme no.	Kısa gösterim	Malzeme no.	Kısa gösterim
1.4301	X 5 CrNi 18 9	1.4302	SG X5 CrNi 19 9
1.4541	X10 CrNiTi 18 9	1.4551	SG X5 CrNiNb 19 9
1.4550	X10 CrNiNb 18 9		
1.4571	X10 CrNiMoTi 18 10	1.4576	SG X5 CrNiMoNb 19 12
1.4580	X10 CrNiMoNb 18 10		
1.4306	X2 CrNi 18 9	1.4316	SG X2 CrNi 19 9
1.4404	X2 CrNiMo 18 10	1.4430	SG X2 CrNiMo 19 12
1.4435	X2 CrNiMo 18 12		

DİKKAT:

Kaynak banyosunun aşırı ısınmasını önleyiniz, ısıyı mümkün olduğunca düşük seviyede tutunuz. Dar pasolarla kaynak yapınız; geniş salınlımlı pasolardan kaçınınız, ince tel elektrodları seçiniz. Kısa ark boyuyla kaynak yapınız, pasolar arası sıcaklığı düşük tutunuz.

ÇÜNKÜ:

CrNi çeliklerinde sıcak çatlama eğilimi hesaba katılmalıdır. Bu çeliklerde küçük kaynak banyosu, büyük banyodan her zaman daha iyidir. Bundan başka, küçük kaynak banyosuyla, soğuma sırasında dönüşüm diyagramındaki kritik sıcaklık bölgesi daha hızlı geçilir.

Uzun bir spray ark yerine düşük gerilimli bir kısa ark ayarlanmalıdır; bu şekilde malzeme de aşırı ısınmamış olur.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Sıcak çatlaklar (tam ostenitik alaşımlarda); tane sınırlarında krom karbür oluşumu; taneler arası korozyona eğilim (stabilize edilmemiş alaşımlarda) oluşur. Hatanın giderilmesi için çatlak yerleri taşlanmalı ve yeniden kaynak edilmelidir. Krom karbür oluşumu, sadece kombine bir ısıtma işlemle giderilebilir (çözelti tavlama ve hızlı soğutma) ancak bu işlem kaynaklı parçaya çoğu kez uygulanamaz.

GÖSTERİM:



Dikkat:

- aşırı ısıtmayın
- küçük kaynak banyosu
- dar paso
- ince tel elektrod kullanın
- kısa ark boyu
- düşük pasolararası sıcaklık

5.17.3. Alüminyum ve Alaşımlarının TIG - MIG Kaynağı

TIG kaynağının uygulaması, her şeyden önce düşük eritme gücü ve ekonomiklik bakımından sınırlanmaktadır. Bu yöntemde metallerin kaynağa uygunluğu bakımından iki kural geçerlidir:

Kural-1: Eğer bir malzeme genel olarak eritme kaynağına uygun ise, TIG kaynağına da uygundur.

Kural-2: Bir malzeme diğer bir eritme ark kaynak yöntemiyle (elektrik ark, MIG/MAG, tozaltı) sınırlı şekilde kaynak edilebiliyorsa, ekonomik bakımdan, TIG yöntemiyle kaynak edilmeye uygun değildir.

Alüminyum ve alaşımları kaynak edileceği zaman malzemenin bazı karakteristik özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır:

Alüminyumun erime sıcaklığı oldukça düşüktür (658°C). Çeşitli alaşımlarının katılma aralığı 500°C ila 650°C arasındadır.

Alüminyumun ısı iletkenliği çeliğin yaklaşık dört katıdır. Alaşım ilavesi bu özelliği zayıflatır. Örneğin magnezyumlu alaşım grubunda ve bakır ve çinko içeren sertleştirilebilir alaşım gruplarında ısı iletkenlik değeri, alaşımsız çeliklerinkinin üç veya iki buçuk katına düşer.

Alüminyumun ısı uzaması, alaşım grubundan bağımsızdır ve alaşımsız çeliklerin yaklaşık iki katıdır.

Alüminyumun korozyona dayanıklılığı, yüzeyinde oda sıcaklığında oluşan, son derece ince ancak çok yoğun ve kararlı oksit tabakasından kaynaklanır. Ancak bu tabaka, yüksek erime sıcaklığıyla (yaklaşık 2050°C) alüminyumun kaynak kabiliyetini düşüren başlıca etkidir. Bu nedenle kaynak sırasında parçalanması ve bu şekilde kaynak ağzından uzaklaştırılması gerekir.

Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında aşağıdaki kurallara dikkat edilmelidir:

a) Doğru ilave teli seçiniz.

İlave malzeme esas malzeme ile uyumlu olmadığı zaman kaynak dikişinde uygun olmayan bir alaşım elemanları kimyasal bileşimi oluşabilir. Bu durum çatlamaya yol açar. İlave tel olarak esas malzemedan kesilmiş şeritleri kullanmayınız.

b) Kaynak ilave malzemelerini kuru bir yerde depolayınız.

TIG çubukları ve tel elektrodlar, kullanımdan kısa bir süre öncesine kadar orijinal paketlerinde saklanmalıdır. Yırtık paketlere ve bu paketlerde kalan ilave malzemeye dikkat ediniz.

c) Kaynak ağzını ve ilave telleri temiz tutunuz.

Yağ, nem ve kir, ark içinde parçalanır ve hidrojen, kaynak metaline geçerek gözenek oluşturur. Klorlu hidrokarbonları (trikloretilen, tetrakloretilen, tetraklorkarbon) gibi klorlu maddeleri tamamen uzaklaştırınız. Bunların ark ısısına maruz kalmaları halinde zehirleyici **fosgen** gazı açığa çıkar.

d) Zararlı oksit tabakalarını uzaklaştırınız

Kaynakçının çalışma ortamında bulunan çelik teller ya paslanmaz çelikten veya alüminyumdan yapılmış olmalıdır. Oksit tabakasını uzaklaştırmak için dağlayıcı maddeler kullanıldıysa, daha sonradan paslanmaz çelik malzemelerin nötrale edilmeleri gerekir. Oksit tabakasını taşıyarak uzaklaştırmak için, seramik esaslı malzemeler kullanılmalıdır. Plastik bağlayıcı taşılama maddeleri, plastik parçacıklarının kaynak ağzında kalarak ark ısısı ile gözenek oluşturma tehlikesi taşırlar.

e) Oksit çentiklerinden kaçınınız.

I-alın birleştirmelerin kaynağında kök tarafındaki saç kenarlarında hafifçe pah kırılmalıdır. Bu şekilde alt yüzeydeki oksit tabakasının kaynak metali içinde dağılması sağlanır.

f) Tungsten elektroda özen gösteriniz.

TIG kaynağında tungsten elektroda özellikle dikkat edilmelidir. Paslanmaz çeliklerin doğru akımla kaynağının aksine, elektrod ucunda bir yarım küre oluşabilmesi için elektrod çapının akım şiddetine uygun olması gerekir.

Eğer elektrod çapı ayarlanan kaynak akımına göre çok ince ise, bu durumda eriyebilir. Eğer çok kalın ise, yüzey üzerinde ark kararsızlaşır ve kaynak sırasında hasar görür.

Ark boyu kısa tutulmalıdır. Ancak tungsten elektrod ve ilave metal, erimiş banyoya değdirilmemelidir. Ancak değdirildiğinde de, kaynağa devam edilmemeli ve tungsten elektrodun ucu hemen taşlanarak safiyetsizliklerden temizlenmelidir. Taşlama sırasında elektrodun ucu sivrilirse hemen yeniden yuvarlaklaştırılmalıdır.

g) Gözenek tehlikesine dikkat edilmelidir.

Alüminyumun MIG kaynağında diğer malzemelere kıyasla hatalı çalışmalar, kaynak dikişinde gözenek oluşturmaya daha çok eğilimlidir. Bu nedenle koruyucu gaz örtüsünün zayıflaması, arkın kararsızlaşması, torcun sızdırması, nemli veya yağlı malzeme yüzeyi gibi durumlar engellenmelidir.

h) Uygun sıklıkta puntalama yapınız.

Alüminyumun ısı iletkenliği ve ısıl uzaması çok büyüktür. Puntalama yerlerini gerekenden sık yapılmamalıdır. Aksi takdirde gerilmeler büyük mertebelere ulaşabilir.

DİKKAT:

Örneğin alüminyum ekstrüzyon profillerindeki kaynak dikişleri sonradan anodik oksidasyon (eloxal) işlemine tabi tutulacaksa, kaynak işlemi mümkün olduğu kadar düşük ısı girdisiyle mümkün olduğu kadar hızlı yapılmalı ve önceden denenmiş kaynak çubuktan kullanılmalıdır.

ÇÜNKÜ:

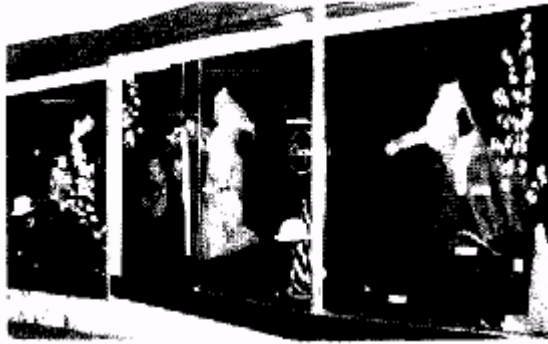
Kaynak dikişinin ve ısının tesiri altındaki bölgenin (TTAB) içyapıları, esas metalinkinden farklıdır; bu durum dağılayıcı uygulanarak görülebilir. Bu nedenle eloxal işleminden sonra kaynak dikişi ile esas metal arasında renk farklılığı meydana gelir. Ayrıca ITAB da daha farklı bir renk tonu oluşturur. Doğal renkli eloxal işleminde, kaynak teli olarak AlMg3'ün kullanılması halinde en düşük renk farkı sağlanabilmektedir. Dikkat edilmediği takdirde eloxal işleminden sonra kaynak dikişi ve ITAB, renk farkı bakımından açıkça ayrılabilir.

HATANIN GİDERİLMESİ:

Renk farklılığından kaynak tekniği açısından kaçınılamaz veya giderilemez.. Bu nedenle renk farklılığına müsaade edilip edilmeyeceği, kaynak ustası ile imalatçı arasında kararlaştırılmalıdır. Renk farklılığı, bir laklama işlemi ile örtülebilir.

GÖSTERİM:

Burada kaynak dikişlerinin başka bir renk tonu vermesinden kaçınılmıştır.



Bu yöntemde kaynak edilebilen malzeme kalınlıklarının alt sınırları, çelikler için yaklaşık 0,3 mm ve alüminyum, bakır için yaklaşık 0,5 mm'dir.

TIG kaynağı pratikte çoğunlukla kök pasonun kaynağında kullanılmaktadır. Kök pasonun tek taraftan kaynağı için hiçbir yöntem TIG yönteminden daha uygun değildir.

TIG kaynağı esas olarak kazan, basınçlı kap, aparat, boru hattı, ayrıca hava ve uzay taşıt ve cihaz yapımında, tam mekanize olarak da paslanmaz çelik veya alüminyumdan boylamasına veya helisel kaynaklı boru imalatında da uygulanmaktadır.

TIG yöntemleri, boruların tam mekanik kaynağı için orbital düzenekli birleştirme tekniği olarak gittikçe yaygın şekilde kullanılmaktadır.

DİKKAT:

Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında, kaynaktan kısa bir süre önce kaynak dikiş bölgesindeki oksit tabakasını uzaklaştırınız. Bunun için standart çelik telli fırçaları asla kullanmayınız, yerine paslanmaz çelikten

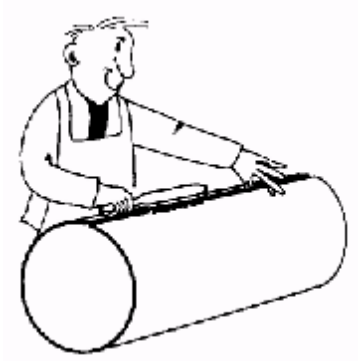
fırçaları kullanınız.

ÇÜNKÜ:

Oksit tabakasının kimyasal olarak uzaklaştırılması, kimyasal maddelerin sırayla uygulanmasını gerektirir (bu hususun malzeme satıcısından öğrenilmesi gerekir). Bu işlem daha çok oksit tabakasının metal fırçalarla uzaklaştırılması şeklinde gerçekleştirilmektedir. Geleneksel çelik fırçalar, malzeme yüzeyindeki boşluklara demir parçacıkları taşır. Dikkat edilmezse oksit tabakasının tam olarak uzaklaştırılamaması halinde: Kaynak dikişinde oksit kalıntıları, birleşme hataları, sonuçta gözenek oluşur. Geleneksel çelik tel fırçaların kullanımı halinde: demir kalıntıları, pas tozları oluşur.

Hatalı bölgeler (örneğin taşlanarak, keski ile oyularak) uzaklaştırılmalı ve yeniden kaynak edilmelidir. 13ü durumda yeniden ısı girdisi etkisine dikkat edilmelidir (örneğin kaynak dikişinin ve esas metalin ısınan bölgelerinin mukavemeti bakımından).

GÖSTERİM:



DİKKAT:

Kalın parçaları ön tavlayınız. Bu durumda öntavlama üfleğini nötr aleve ayarlayınız. Bu kural, saf alüminyum için 10 mm'ye ve alüminyum alaşımları için 15 mm'ye kadar geçerlidir (saç kalınlıkları belirleyicidir).

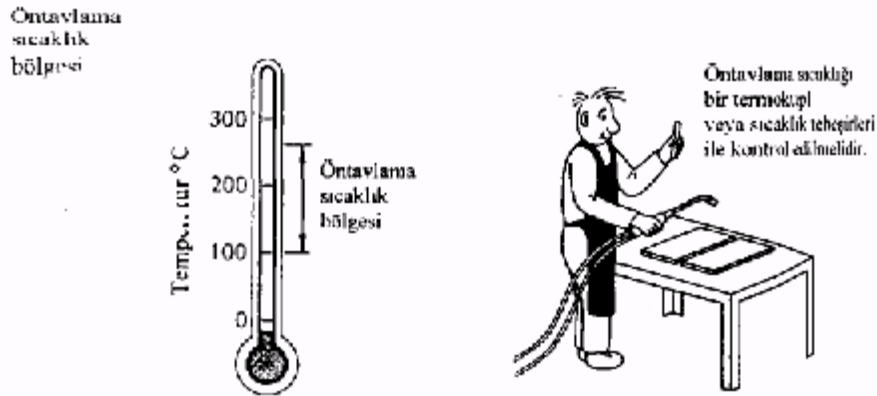
ÇÜNKÜ:

Yüksek ısı iletkenlik, kaynak banyosundan hızla ısı çekilmesine yol açar. Banyo hızlı soğur. Katılma cephesinde bulunan ve eriyikle çözünmüş haldeki hidrojen, aynı hızla banyo yüzeyine ulaşamaz ve katılmış kaynak banyosunda gözenek oluşturur. MIG kaynağında ilave tel arkın ısı girdisine aynı anda maruz kaldığından öntavlama özellikle önemlidir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Gözenek oluşur. MIG kaynağında: kötü birleşme ve dikiş başlangıcında ve bazen dikişin ilerleyen bölümlerinde kötü yanma meydana gelir.

GÖSTERİM:



5.17.4. Titanyum esaslı malzemelerin TIG kaynağı

DİKKAT:

Titanyum esaslı malzemelerin TIG kaynağında ilave önlemlerle havanın sadece kaynak yerine girişini değil, ısıdan etkilenen malzeme bölgesine girişini de önleyiniz. Kaynak koruyucu gazı ve kök koruyucu gazı olarak piyasada satılan kaynak argonunu değil, yüksek saflıktaki "Argon 4.8" i kullanınız.

ÇÜNKÜ:

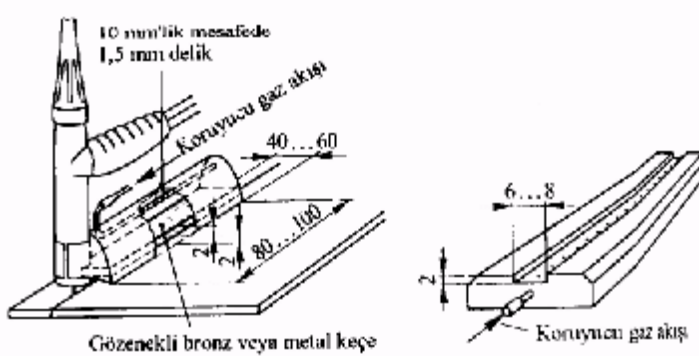
Titanyum'un, oksijen, azot ve hidrojene afinitesi özellikle çok yüksektir. Kaynak banyosuna gaz girişi, tam bir gevrekleşmeye yol açabilir. Bundan başka, titanyum katı halde yaklaşık 250 °C'nin üzerine kadar oksijenle reaksiyona girer. Kaynak dikişinin yanında uzanan bölgenin örtülmesinde yerel koruyucu gaz örtüleri (yukarıdaki şekle bakınız) veya koruyucu gaz kamerası kullanılır.

Kaynak ağzının hassas şekilde hazırlanması (yansızlaştırma, temizleme, bazen dağlama) mutlaka gerekir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Gevrekleşme, çatlak ve tav rengi oluşur. Hata oluştuğundan sonra malzeme hasarını gidermek mümkün değildir.

GÖSTERİM:



6. BÖLÜM

ÖZLÜ TEL ELEKTRODLA ARK KAYNAĞI

6.1. Giriş

Özlü tel elektrodla ark kaynağı, her şeyden önce bir ark kaynak yöntemidir ve sürekli bir ilave metal elektrod ile kaynak banyosu arasında ark oluşturulması esasına dayanır. Yöntem, ayrıca sevk edilen bir koruyucu gaz örtüsü altında (bazı uygulamalarda gaz kullanılmaz), ve tüp şeklindeki elektrodun içindeki tozdan (öz) oluşan bir örtü korumasıyla birlikte uygulanır.

Özlü tel elektrod, içinde çeşitli toz malzeme bulunan metal bir tüp formunda kompozit bir ilave metaldir. Kaynak sırasında kaynak metalinin yüzeyini yoğun bir cüruf tabakası kaplar.

Özlü tel elektrodla ark kaynağını diğer ark kaynak yöntemlerinden ayıran özellik, cüruf yapan maddelerin, sürekli beslenen bir tel elektrodun içinde olmasıdır. Dikkat çekici işlem karakteristikleri ve oluşan dikişin özellikleri, bu yöntemin geliştirilmesine yol açmıştır.

Bu yöntem, kendisini ark'ın ve kaynak banyosunun atmosferik kirlenmelerden (oksijen ve azot) korunması hususunda diğer yöntemlerden farklı kılan iki temel özelliğe sahiptir. Bir tanesi, kendinden korumalı özlü telle ark kaynağıdır. Bu yöntemde erimiş metal, toz özün ark ısısı tarafından ayrıştırılması ve buharlaştırılmasıyla korunur. Diğer tip olan ilave gaz korumalı özlü telle ark kaynağı ise, toz özün etkisine ek olarak dış bir koruyucu gaz kullanır. Her iki yöntemde de, elektrodun öz maddesi, katılaşmakta olan kaynak metalini korumak üzere bir cüruf oluşturur.

Özlü telle ark kaynağı, normalde bir yarı mekanize kaynak yöntemidir. Yöntem ayrıca makinayla ve tam mekanize olarak da uygulanabilir.

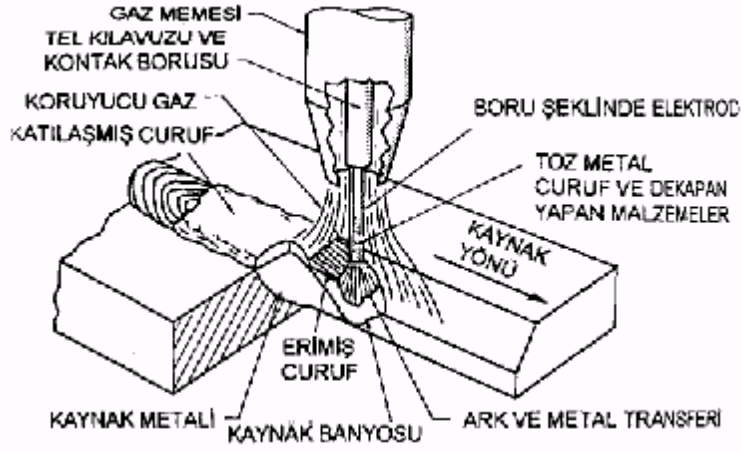
6.2. Yöntemin Temel Prensipleri

Özlü telle ark kaynağının üstünlüğü, üç genel özelliği birleştirmesinde yatmaktadır:

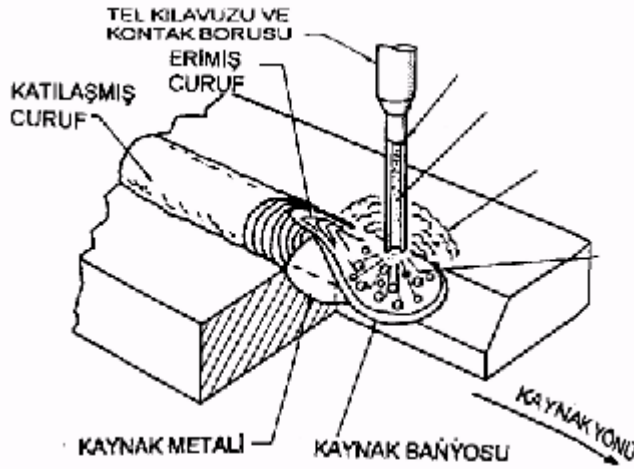
- (a) sürekli telle kaynağın verimliliği
- (b) bir cürufun varlığıyla elde edilen metalurjik üstünlükler (dezoksidasyon, alaşımlama vs.)
- (c) kaynak banyosunu koruyan ve şekillendiren bir cüruf.

Özlü telle ark kaynağı, elektrik ark kaynağının, gazaltı kaynağının ve tozaltı kaynağının bir kombinasyonudur.

Şekil 6.1, ilave gaz korumalı özlü telle ark kaynağını, Şekil 6.2 ise kendinden gaz korumalı özlü telle ark kaynağını göstermektedir



Şekil 6.1. İlave gaz korumalı özlü telle ark kaynağı



Şekil 6.2. Kendinden gaz korumalı özlü telle ark kaynağı

Her iki şekil de ilave metal ve toz özün, kaynak metalini ve bunu örten cürufu oluşturmak üzere birlikte erimesini ve katılaşmasını göstermektedir.

İlave gaz korumalı özlü telle ark kaynağında (Şekil 6.1) koruyucu gaz (genellikle karbondioksit veya argon-karbondioksit karışımı), erimiş metali havanın azot ve oksijeninden korumak üzere arkın ve kaynak banyosunun üzerinde bir örtü oluşturmaktadır. Azot havadan kaynak metaline ulaşamadığından, kaynak metalinden azotun uzaklaştırılmasına pek gerek yoktur. Ancak karbondioksitin ayrışması sırasında oksijen açığa çıktığından koruyucu gaz örtüsünde bir miktar oksijen bulunmaktadır. Elektrodların bileşimleri, gaz örtüsünden gelen oksijenle birleşerek dezoksidasyon yapıcı şekilde ayarlanır.

Kendinden gaz korumalı özlü telle ark kaynağında ise (Şekil 6.2), koruma etkisi, buharlaşan öz bileşenlerinden oluşur ve kaynak sırasında eriyerek hem çevredeki havanın kaynak metaline ulaşmasını engeller ve hem de cüruf oluşturarak eriyen damlaları ve erimiş kaynak metalini korur. Özün CO₂ oluşturması ve dezoksidasyon bileşenleri içermesi, kendinden gaz korumalı özlü tel elektrodların, diğer tip özlü tel elektrodlara göre neden daha yüksek kaynak akımları ile yüklenebildiğini açıklamaktadır.

Kendinden gaz korumalı özlü tel elektrodlerden bazılarının karakteristiği, serbest elektrod boyunun (kontakt borusu mesafesinin) daha uzun olabilmesidir. Bu boy, uygulama türüne bağlı olarak 19 mm'den 95 mm'ye kadar uzanabilir.

Serbest elektrod boyunun artışı, elektrodun direnç ısısının artmasına neden olur. Bu ısı, elektroda bir ön tavlama uygular ve ark içindeki gerilim düşümünü azaltır. Aynı zamanda kaynak akımı da düşürülmüş olur. Bu düşüş, esas metalin erimesi için gerekli ısıyı da azaltır. Sonuçta oluşan kaynak metali dar ve sıgıdır.

Bu özellik, hafif metallerin kaynak yapılabilmesini ve kökte aralık doldurma kabiliyetinin artmasını sağlar. Eğer ark boyu (gerilim) ve kaynak akımı (kaynak makinasında daha yüksek ark gerilimi ayarlayarak ve tef besleme hızını arttırarak) korunabilirse, daha büyük serbest elektrod boyu, kaynak metali yığma miktarını da arttırır.

Kendinden gaz korumalı özlü elektrodların bazı belirli tiplerinde kutuplama şekli, **doğru akımda düz kutuplama** olmalıdır. Bu kutuplama durumu, esas metale nüfuziyeti azaltır. Sonuçta küçük çaplı elektrodlar (0,8 mm, 1,0 mm ve 1,2 mm) ince saçların kaynağında başarıyla kullanılabilir. Bazı özel, kendinden gaz korumalı özlü teller, otomotiv sanayinde kullanılan galvanizli ve alüminyum kaplı çeliklerin kaynağında kullanılmak üzere geliştirilmiştir.

Bunun aksine, ilave gaz korumalı özlü telle ark kaynağı yöntemi, dar ve derin dikişler verir. Tüm çaplar için kısa serbest elektrod boyu ve düşük akım şiddeti uygulanır. İçköşe kaynaklan, elektrik ark kaynağıyla kıyaslandığında daha dar ve daha derin nüfuziyetli dikişlerdir. Serbest elektrod boyu, gaz korumalı yöntemde aynı şekilde uygulanamaz çünkü bu halde koruma etkisi ters etkir.

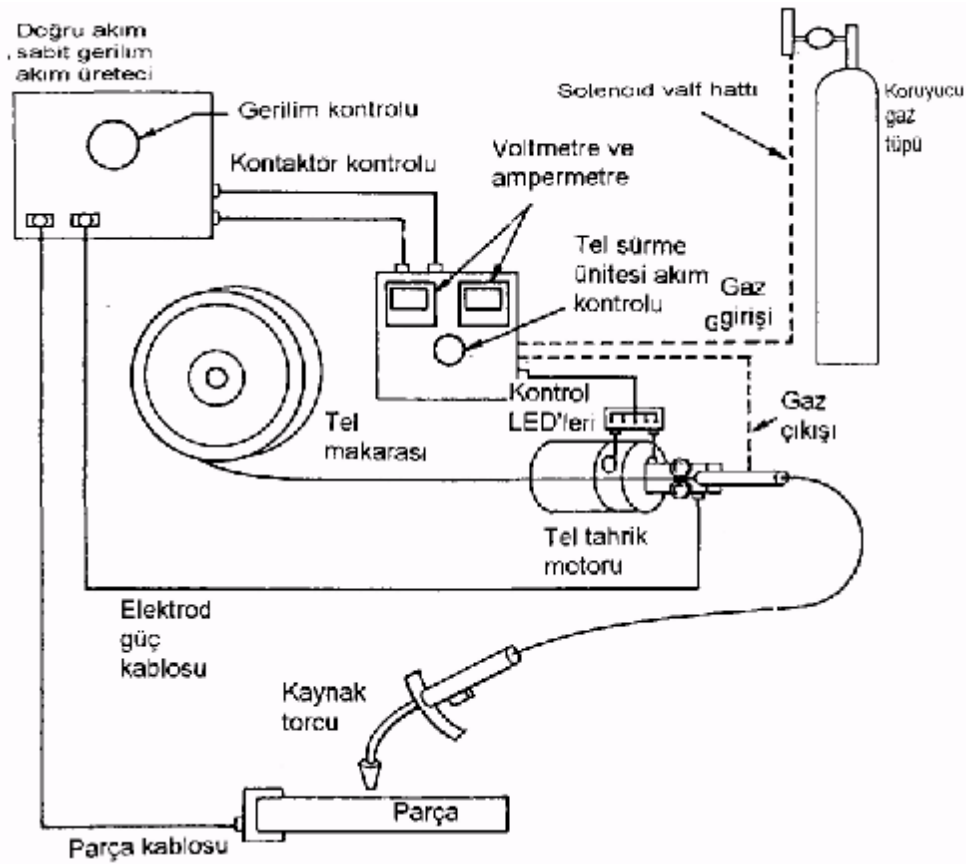
6.3. Kaynak Donanımı

Özlü telle ark kaynağında kullanılan kaynak donanımı, yan mekanize ve tam mekanize kaynak işlemlerinde birbirinden farklılık gösterir.

6.3.1. Yarı Mekanize Kaynak Donanımı

Şekil 6.3'te gösterildiği gibi, kendinden gaz korumalı özlü telle ark kaynağında ve ilave gaz korumalı özlü telle ark kaynağında kullanılan kaynak donanımları esas olarak birbirine benzemektedir. Tek fark, ilave gaz korumalı yöntemde bir koruyucu gaz tüpü ve tüp üzerinde basınç düşürme manometresinin ve debimetrenin kullanılmasıdır. Tavsiye edilen kaynak

makinası, MIG/MAG kaynağında kullanılan makinalara benzeyen, sabit gerilimli doğru akım kaynak makinasıdır. Bu makinalar, özel uygulamalarda gerekli olabilen, maksimum akımda çalışma kapasitesinde olmalıdır. Çoğu yan mekanize uygulamalarda 500 A'den daha düşük akım şiddeti kullanılır. Gerilim kontrolü, 1 Volt'luk veya daha az artırma veya eksiltmeye uygun olmalıdır. Aynı kapasitede ve uygun kontrollere ve tel besleyicilere sahip sabit akımlı doğru akım kaynak makinaları da kullanılmaktadır ancak uygulama alanı dardır.



NOT: Gaz koruması, sadece buna gerek gösteren özlü tellerle kullanılır.

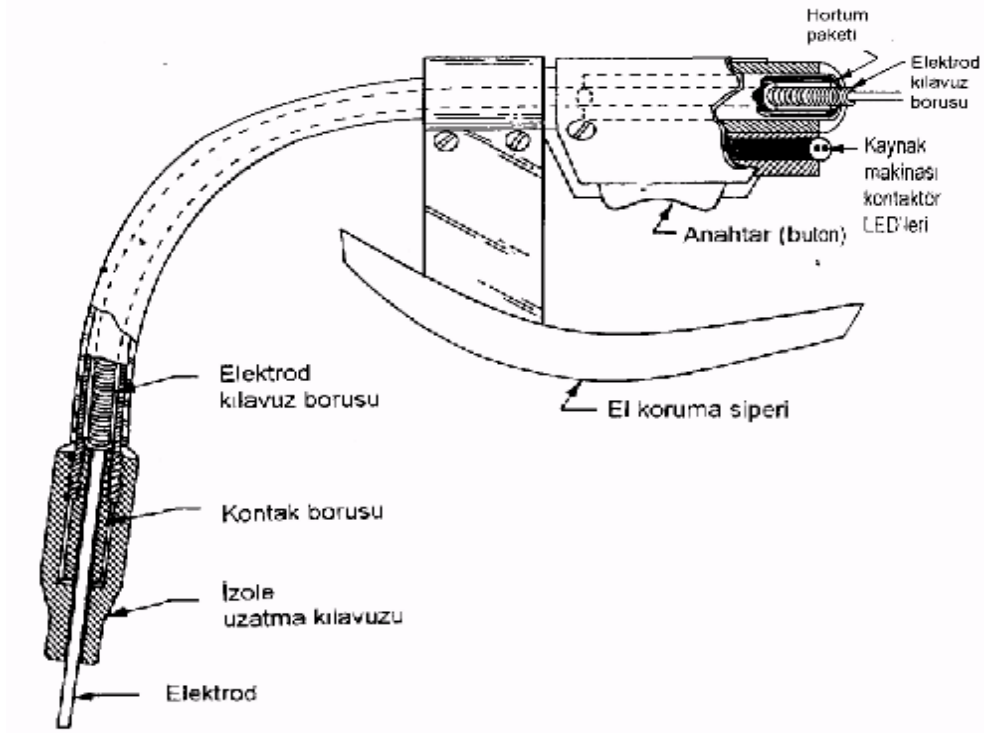
Şekil 6.3 Tipik, özlü telle ark kaynak donanımı

Tel ilerletme kontrolünün amacı, kaynak arkına belirli bir sabit hızda tel elektrodu sağlamaktır. Elektrodun ark içine beslenme hızı, sabit gerilimli bir kaynak makinasının sağlayacağı kaynak akımını tespit eder. Eğer elektrod besleme hızı herhangi bir nedenle değişirse, kaynak makinası önceden belirlenmiş ark gerilimini korumak üzere kendi kendini ayarlar. Elektrod besleme hızı, mekanik veya elektronik cihazlarla yapılabilir.

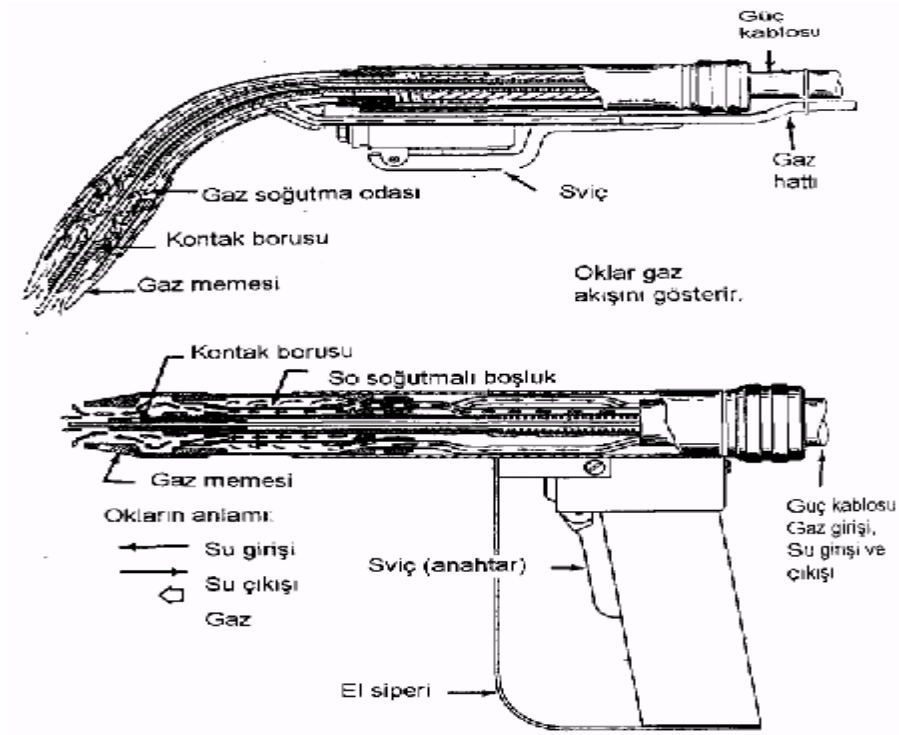
Bu işlem, düz olmayan ilerletme rulolarını gerektirir. Ruloların düz olması halinde tüp elektrod deforme olabilir. Elektrodu ilerletmek için çok çeşitli yivli rulolar bulunmaktadır. Bunlarda ilerletme

rulolarının durum ve sayısı değişik olabilmektedir. Bazılarında bir çift rulo bulunur. Ancak iki çift rulo bulunan ilerletme ünitelerinde telin daha düşük basınç uygulanarak ilerletilmesi mümkün olmaktadır.

Yarı mekanize yöntemlerde kullanılan, tipik bir kendinden gaz korumalı tel elektrod torcu, Şekil 6.4'te, ilave gaz korumalı tel elektrod torçları ise Şekil 6.5'te gösterilmiştir.



Şekil 6.4. Yarı mekanize, kendinden gaz korumalı özlü telle ark kaynağı torcu

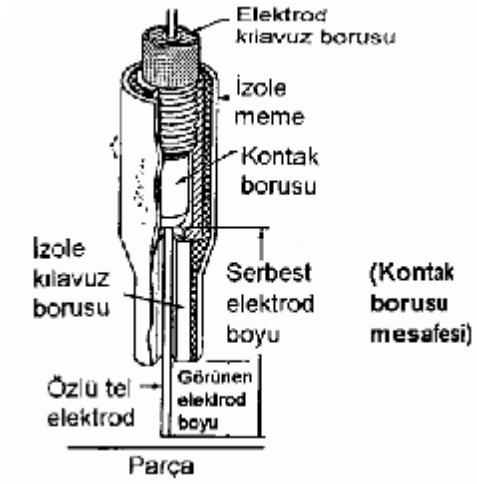


Şekil 6.5. Tipik ilave gaz korumalı özlü telle kaynak torçları

Bu torçlar rahat bir kullanım, kolay salınım hareketi ve dayanıklılık prensiplerine uygun şekilde tasarlanmışlardır. Ayrıca elektroda elektrik akımının aktarılabilmesi için iç kontak borusuyla donatılmışlardır. Kaynak akımı ve elektrod beslemesi, torç üzerine monte edilmiş bir anahtarla gerçekleştirilmektedir.

Kaynak torçları (kaynak tabancaları) hava soğutmalı veya su soğutmalı olabilirler. Hava soğutmalı torçlar, su beslemesine ihtiyaç göstermediklerinden daha kullanışlıdır. Ancak su soğutmalı torçlar, daha kompakt, daha hafiftir ve hava soğutmalı torçlara oranla daha az bakım gerektirirler. Su soğutmalı torçlar genellikle daha yüksek akımlarda kullanılabilir. Kapasiteleri 600 A'e kadar ulaşır. Düz veya eğimli lüleyle sahip olabilirler. Eğimli lülelerin eğim açıları 40° ila 60° 'dir. Bazı uygulamalarda eğimli torçlar daha esnektir ve elektrod hareketlerini daha kolay gerçekleştirebilirler.

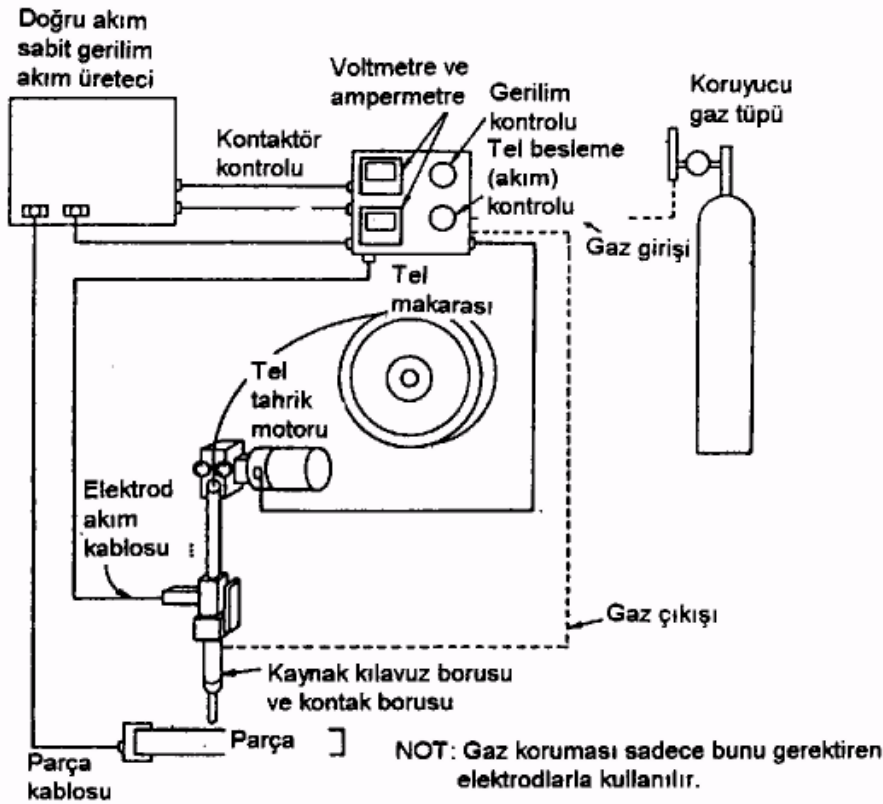
Bazı kendinden gaz korumalı özlü tel elektrodlar, uygun bir koruma sağlayabilmek için özel bir minimum serbest elektrod boyuna gerek duyabilir. Bu tip elektrodlar için kullanılan kaynak tabancalarında, genellikle elektrodu desteklemek ve minimum bir serbest elektrod boyunu sağlamak için izole bir uzatma kılavuzlu kılavuz borusu bulunur. Bu tip bir lüle Şekil 6.6'da gösterilmiştir.



Şekil 6.6. Kendinden gaz korumalı elektrod lülesi.

6.3.2. Tam Mekanize Kaynak Donanımı

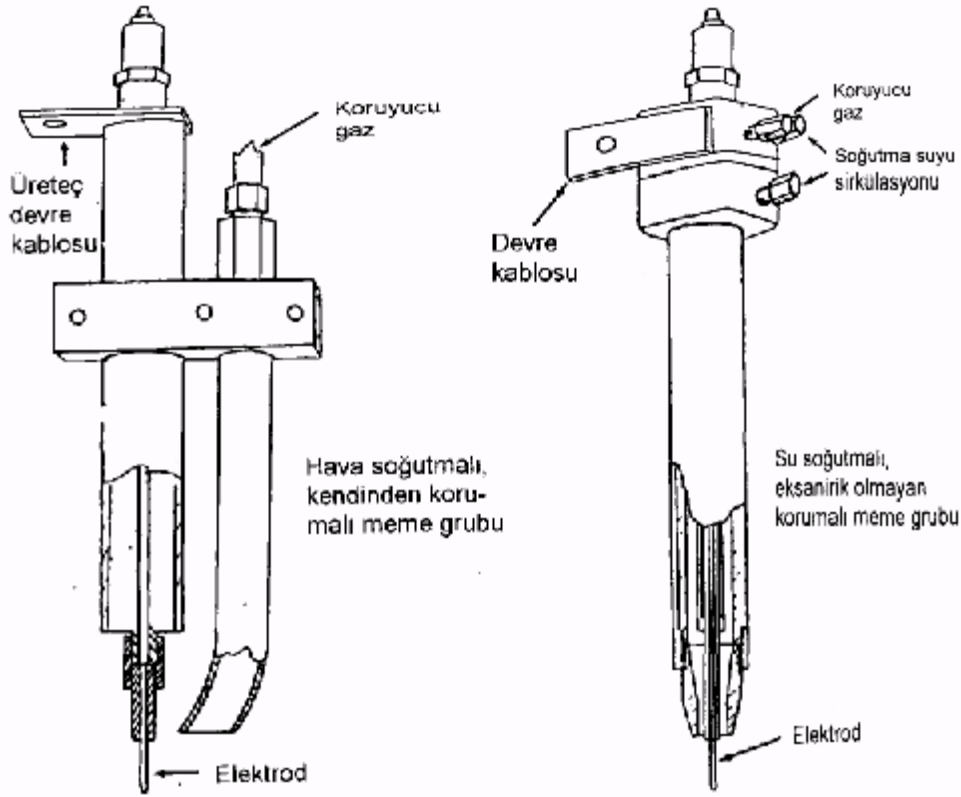
Şekil 6.7, tam mekanize özlü telle ark kaynak donanımını göstermektedir. Tam mekanize işletmede, % 100 iş çevrimine göre tasarlanmış bir de sabit gerilimli akım üretici tavsiye edilir. Akım üreticinin boyutu, yapılacak işini gerektirdiği akım tarafından saptanır.



Şekil 6.7, Tipik bir tam mekanize özlü telle ark kaynak donanımı

Büyük elektrodlar, yüksek elektrod besleme hızları ve uzun kaynak süreleri gereceğinden, elektrod besleme ünitelerinde yüksek kapasiteli tahrik motorları ve yan mekanize işlemdekiyle aynı donanımına göre daha ağır çalışma elemanları olmalıdır.

Şekil 6.8, tam mekanize ilave gaz korumalı özlü telle ark kaynağında kullanılabilen iki tipik meme (lüle) grubunu göstermektedir. Memeler, yandan korumaya veya elektrodla eşeksenli korumaya göre tasarlanmış olabilirler. Yandan koruma, kaynağın dar ve derin ağızlarda yapılabilmesini ve meme içinde sıçrama birikintisini en aza indirilmesini sağlar. Meme grupları havayla veya suyla soğutulabilir. Genel olarak havayla soğutulan lüleler 600 A'e kadar işlemler için tavsiye edilir. Suyla soğutulan lüleler ise 600 A'ın üzerindeki işlemler için tavsiye edilir. Yüksek yığılma hızları için torçlar tandem olarak da düzenlenebilir.



Şekil 6.8. Kendinden gaz korumalı elektrod lüleleri (memeleri)

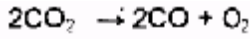
Yüksek miktarda yüzey kaplama için otomatik çoklu elektrod titreşim ekipmanının kullanımıyla verimlilik bir hayli artırılabilir.

6.4. Koruyucu Gazlar

6.4.1. Karbondioksit

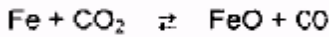
Karbondioksit (CO₂), özlü telle ark kaynağında en yaygın şekilde kullanılan koruyucu gazdır. Bu gazın iki avantajı, düşük maliyet ve yüksek kaynak nüfuziyetidir. İri taneli bir damla geçişi sağlamasına rağmen, bazı öz formülasyonlarıyla CO₂ atmosferi altında da sprey geçiş elde edilebilmektedir.

Karbondioksit, oda sıcaklığında nispeten aktif olmayan bir gazdır. Kaynak arkı tarafından yüksek sıcaklığa ısıtıldığında aşağıda gösterildiği gibi karbonmonoksit'e (CO) ve oksijen'e (O) ayrışır:

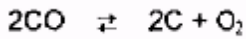


Böylelikle ark atmosferinde erimiş metaldeki elemanlarla reaksiyona girebilecek, büyük miktarda oksijen bulunur. CO₂ koruyucu gazının oksitleme eğilimi, özlü tel elektrodların geliştirilmesi sırasında fark edilmiştir. CO₂'nin oksitleyici etkisini bertaraf etmek için öz'e dezoksidasyon elemanları katılır.

Ek olarak CO₂ erimiş demirle reaksiyona girer ve demiroksit ile karbonmonoksitin tersinir reaksiyonu oluşur:



Kızıl sıcaklıkta karbonmonoksitin bir kısmı da karbon ve oksijene ayrışır:



CO₂ koruyucu gazının alaşımsız ve düşük alaşımlı çelikler üzerindeki etkisi aynıdır. Esas metalin ve elektrodun başlangıçtaki karbon içeriğine bağlı olarak CO₂ atmosferi ya karbürleyici veya dekarbürleyici bir ortam olarak davranır. Kaynak metalinin karbon içeriğinin artıp artmayacağı, elektrodun ve esas metalin karbon içeriğine bağlıdır. Eğer kaynak metalinin karbon içeriği yaklaşık % 0,05'in altındaysa, erimiş kaynak banyosu, CO₂ koruyucu atmosferinden karbon kapma eğiliminde olur. Diğer taraftan kaynak metalinin karbon içeriği yaklaşık % 0,1'den büyükse, bu durumda erimiş kaynak banyosu karbon kaybedebilir. Karbon kaybı, CO₂'nin yüksek sıcaklıklardaki oksitleyici karakteri nedeniyle yol açtığı karbonmonooksit oluşumuna bağlanmaktadır.

Bu reaksiyon olduğunda, karbonmonooksit kaynak metalinde gözenek halinde hapsolabilir. Bu eğilim, elektrodun özünde yeterli seviyede dezoksidan elemanların bulunmasıyla en aza indirilebilir. Oksijen, çelikteki karbona kıyasla dezoksidan maddelerle daha büyük istekle reaksiyona girer. Bu reaksiyon, erimiş kaynak banyosunun üzerinde yüzen cürufun bir kısmını meydana getiren katı oksit

bileşiklerinin oluşumuyla sonuçlanır.

6.4.2. Karışım Gazlar

Özlü telle ark kaynağında kullanılan karışım gazlar, iki ayrı gazın ayrı avantajlarını bir araya getirmek amacıyla karıştırılarak elde edilir. CO₂ veya oksijenle karışan

inert gaz yüzdesi ne kadar yüksekse, özdeki dezoksidanların transfer etkinlikleri de o derece fazla olur. Argon, tüm kaynak sıcaklıklarında kaynak banyosunu koruma kapasitesine sahiptir. Bir koruyucu gaz karışımında yeterli miktarda varlığı, % 100 CO₂ korumasında oluşan oksidasyona göre daha düşük oksidasyon oluşmasını sağlar.

İlave gaz korumalı özlü telle ark kaynağında en yaygın kullanılan gaz karışımları % 75 Argon, % 25 Helyum'dur. Bu karışım altında yığılan kaynak metali, % 100 CO₂ korumasında oluşan kaynak metalinden daha yüksek akma ve çekme dayanımına sahiptir. Bu gaz karışımıyla kaynak yapıldığında damla geçişi sprey ark türünde gerçekleşir. Ar-CO₂ karışımları, öncelikle pozisyon kaynağında kullanılır; saf CO₂'ye oranla kaynakçının çalışmasını kolaylaştırır ve ark karakteristiklerini iyileştirir.

CO₂ koruması altında kaynak edilmek üzere üretilmiş özlü tellerin karışım gaz altında kaynak edilmesi durumunda, aşırı bir mangan, silisyum ve diğ. dezoksidasyon elemanları kaybına yolaçar. Bu alaşım elemanlarının kaynak metalinde eksikliği, mekanik özellikleri değiştirir. Bu nedenle elektrod üreticileri elektrodun hangi özel koruyucu gazla kullanılması gerektiğini söylemek zorundadır. Böyle bir bilginin elde edilememesi durumunda, ön testler yapılarak özlü tel elektrodun hangi tip gaz koruması altında kullanılabileceği saptanmalıdır.

Yüksek oranda argon içeren gaz karışımları -örneğin % 95 argon ve % 5 oksijen-, cüruf kaybolduğundan, özlü telle ark kaynağında kullanılmazlar.

6.5. Kaynak Yapılabilen Malzemeler

Elektrik ark kaynağıyla, MIG/MAG kaynağıyla ve tozaltı kaynağıyla kaynak yapılabilen çeliklerin çoğu özlü telle ark kaynağıyla da kaynak yapılabilir. Bu çeliklerden bazıları, alaşımsız ve düşük alaşımlı yapı çelikleri, yüksek dayanımlı su verilmiş ve temperlenmiş ayrıca normalize edilmiş ince taneli yapı çelikleri, yüksek sıcaklığa dayanıklı krom molibden çelikleri, korozyona dayanıklı hadde ürünü paslanmaz çelikler, nikelli çelikler, aşınmaya dirençli çeliklerdir.

6.6. Özlü Tel Elektrodlar

Özlü tel elektrodun cazibesi, içindeki özün çok değişik şekilde oluşturulabilmesinde yatmaktadır. Genellikle elektrodlar, alaşımlı veya alaşımsız bir çelik kılıf içindeki cüruf ve alaşım yapıcı malzemelerden oluşur. Özün kimyasal bileşimi, elektrodun sınıfına ve üretici firmasına göre değişir.

Bir özlü tel elektrodun öz'ünün yerine getirmesi gereken hususlar şunlardır:

(a) kimyasal bileşimini ayarlayarak kaynak metalinin mekanik, metalürjik ve korozyona dayanıklılık özelliklerini sağlamak

(b) erimiş metali havanın oksijeninden ve azotundan koruyarak kaynak metalinin hatasız olmasını sağlamak

(c) kaynak metalindeki yabancı maddeleri cüruf yapıcı reaksiyonlarla bertaraf etmek.

(d) katılaşmakta olan metali havadan korumak ve farklı kaynak pozisyonlarında dikişin görünüşünü ve şeklini kontrol etmek üzere bir cüruf örtüsü oluşturmak.

(e) sıçramaları azaltmak ve üniform olarak yığılmış, uygun boyutlarda dikişler oluşturmak üzere, arkı düzgün bir elektriksel hat sağlayacak şekilde stabilize etmek.

Tablo 6.1, bir öz'de yaygın olarak bulunan elemanları, bunların menbalarını ve kullanılma amaçlarını vermektedir.

Tablo 6.1. Özlü tel elektrolardaki öz elemanları

Eleman	Bulunuş şekli	Kaynaktaki amacı
Alüminyum	Metal tozu	Dezoksiasyon ve denitrürasyon oluşturmak.
Kalsiyum	Kalsiyumflorür (CaF_2) ve kireçtaşı (CaCO_3)	Gaz ve cüruf yapmak.
Karbon	Ferromangan gibi ferroalaşım şeklinde eleman	Sertliği ve dayanımı arttırmak
Krom	Ferroalaşım veya metal tozu	Sürünme direncini, sertliği, dayanımı ve korozyon direncini arttırmak üzere alaşımlamak
Demir	Ferroalaşım veya demir tozu	Demir esaslı kaynak metalinde alaşım matrisi; nikel esaslı ve diğer demirdışı kaynak metallerinde alaşım
Mangan	Ferromangan gibi ferroalaşım veya metal tozu	Dezoksiasan; kükürtle MnS oluşturarak sıcak yırtılmayı engeller; sertlik ve dayanımı yükseltir; cüruf oluşturur
Molibden	Ferroalaşım	Sertlik ve dayanımı arttıran alaşım elemanı; ostenitik paslanmaz çeliklerde karıncalanma korozyonuna direnci yükseltmek için
Nikel	Metal tozu	Sertlik, dayanım, tokluk ve korozyon direncini yükseltmek için alaşımlama
Potasyum	Potasyum içeren feldspat ve silikat gibi	Arkı stabilize etmek ve cüruf yapmak
Silisyum	Ferrosilis veya silika-mangan gibi ferroalaşım; feldspat gibi mineral silikatlar	Dezoksiasyon ve cüruf yapmak
Sodyum	Sodyum içeren feldspat ve frit şeklinde silikatlar gibi mineraller	Arkı stabilize etmek ve cüruf oluşturmak
Titanyum	Ferrotitanyum gibi ferroalaşım; mineral olarak rutil	Dezoksiasyon ve denitrürasyon yapmak; cüruf yapmak; bazı paslanmaz çeliklerde stabilizasyon oluşturmak.
Zirkonyum	Oksitler veya metal tozu	Dezoksiasyon ve denitrürasyon yapmak; cüruf oluşturmak
Vanadyum	Oksitler veya metal tozu	Dayanımı yükseltmek.

6.7. Yöntem Karakteristikleri 6.7.1. Kaynak Akımı

Kaynak akımı, belirli bir elektrod çapı, bileşimi ve serbest elektrod boyu (kontakt borusu mesafesi) için elektrod ilerleme hızı ile orantılıdır. Uygun ölçüde bir sabit gerilimli akım üretici, belirli bir ark geriliminde (ark boyunda) elektrodu belirli bir hızda eritir. Belirli bir elektrod çapı için diğer kaynak parametreleri sabitse, kaynak akımının değiştirilmesi aşağıdaki temel etkileri yapar:

- (a) kaynak akımının artırılması elektrod yığma hızını artırır
- (b) kaynak akımının artırılması nüfuziyeti artırır
- (c) aşın kaynak akımı, sıg nüfuziyetli dışbükey kaynak dikişleri oluşturur

(d) yetersiz kaynak akımı, çok büyük damla transferi ve aşırı sıçramaya yolaçar.

(e) kendinden gaz korumalı özlü tel elektrodla kaynak yaparken yetersiz kaynak akımı, kaynak metalinin aşırı azot kapmasına ve gözenekli olmasına yolaçar.

Serbest elektrod boyu uzadıkça kaynak akımı düşer; kısaltıkça artar.

6.7.1. Ark Gerilimi

Ark gerilimi ve ark boyu, birbiriyle yakından ilgilidir. Kaynak makinasının üzerinden okunan ark gerilimi, kaynak devresindeki gerilim düşüşlerinin toplamıdır. Bu değer, kaynak kablosundaki, serbest elektrod boyundaki, arktaki, parçadaki ve parça dönüş klemensindeki düşüşlerin toplamıdır. Bu nedenle ark gerilimi, ancak diğer devre elemanları (ve bunların sıcaklıkları da) sabit kaldığında makinada okunan değerle orantılıdır.

Özlü tel elektrodla oluşturulan kaynak dikişinin görünümü, sağlamlığı ve özellikleri, ark geriliminden etkilenebilir. Ark geriliminin çok yüksek olması (ark boyunun çok büyük olması), aşırı sıçramaya ve geniş, düzensiz şekilli kaynak dikişlerine yolaçar. Alaşımsız çelik elektrodların kullanılması halinde gözeneğe yolaçabilir. Paslanmaz çelik elektrodlar halinde ise kaynak metalinin ferrit yüzdesini düşürür; bu ise çatlamaya yolaçabilir. Ark geriliminin çok düşük olması, çok fazla sıçrama oluşmuş ve nüfuziyeti azalmış dar ve dışbükey dikişlere neden olur.

6.7.2. Serbest Elektrod Boyu (Kontak Borusu Mesafesi)

Kaynak sırasında kontak borusunun dışında bulunan erimemiş elektrod (serbest elektrod boyu), diğer tüm değişkenlerin sabit kalması halinde, boyu uzadıkça direnç etkisi nedeniyle daha fazla ısınır. Daha önce de açıklandığı gibi elektrod sıcaklığı ark enerjisini, elektrod yığma hızını ve nüfuziyeti etkiler. Ayrıca kaynağın sağlamlığını (hatasızlığını) ve arkın kararlılığını da etkileyebilir.

Özlü telle ark kaynağında bir işletme faktörü olarak serbest elektrod boyunun etkisi, koruyucu gazla ve ilgili diğer kaynak değişkenleriyle dengede tutulmalıdır. Diğer etkenler sabitken serbest elektrod boyunun çok uzun olması, kararsız bir ark'a ve aşırı sıçramaya yolaçar. Çok kısa olması ise belirli bir gerilim ayarı için ark boyunun çok uzun olmasına neden olur. Gaz korumalı elektrodlar halinde gaz akışını bozacak tarzda, gaz memesinin içinde sıçrama birikimine yolaçar. Gaz korumasının bozulması ise kaynak metalinin gözenekli olmasına ve aşırı oksitlenmeye neden olabilir.

Çoğu üretici firma, uygulamaya bağlı olarak, ilave gaz korumalı özlü tel elektrodlar için 19 ila 30 mm'lik bir serbest elektrod boyunu, kendinden gaz korumalı olanlar için ise 19 ila 95 mm'lik bir boy önermektedir.

6.7.3. Kaynak Hızı

Kaynak hızı, kaynak dikişinin nüfuziyetini ve enkesit formunu belirler. Diğer faktörler sabitken

düşük tuzlardaki nüfuziyet, yüksek hızlara göre daha fazladır. Yüksek kaynak akımında düşük hızla kaynak yapmak, kaynak metalinin aşırı ısınmasına neden olur. Bu da cürufların kaynak metali içinde hapsolmesinden dolayı dikişin görünüşünün bozulmasına veya esas metalin aşırı erimesine yolaçar. Yüksek kaynak hızları ise düzensiz dikişlere neden olmaktadır.

6.7.4. Koruyucu Gaz Akışı

İlave gaz korumalı elektrodarda gaz akış hızı, kaynak kalitesini etkileyen bir değişkendir. Yetersiz gaz akışı, erimiş banyonun yetersiz korunmasına dolayısıyla gözenekliliğe ve oksitlenmeye neden olur. Aşırı yüksek gaz akışı ise türbülansa ve koruyucu gazın hava ile karışmasına yolaçar. Kaynak kalitesi yetersiz akış ile aynı olur. Doğru gaz akışı miktarı, torcun gaz memesinin tipine ve çapına, parça ile meme arasındaki mesafeye ve kaynak işleminin yapıldığı bölgedeki ani hava hareketlerine bağlıdır.

6.7.5. Elektrod Açısı

Kaynak sırasında elektrodun tutulduğu açı, ark kuvvetinin erimiş kaynak banyosuna uygulandığı yönü belirler. Belirli bir uygulamada kaynak değişkenleri uygun şekilde ayarlanmışsa, ark kuvveti, yerçekimi etkisini zıt yönünde kullanılabilir. Özlü telle ark kaynağında ve elektrik ark kaynağında ark kuvveti sadece banyonun istenen şekli almasına yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda cürufun banyonun önünden akmasına ve banyo içinde hapsolmesine engel olur.

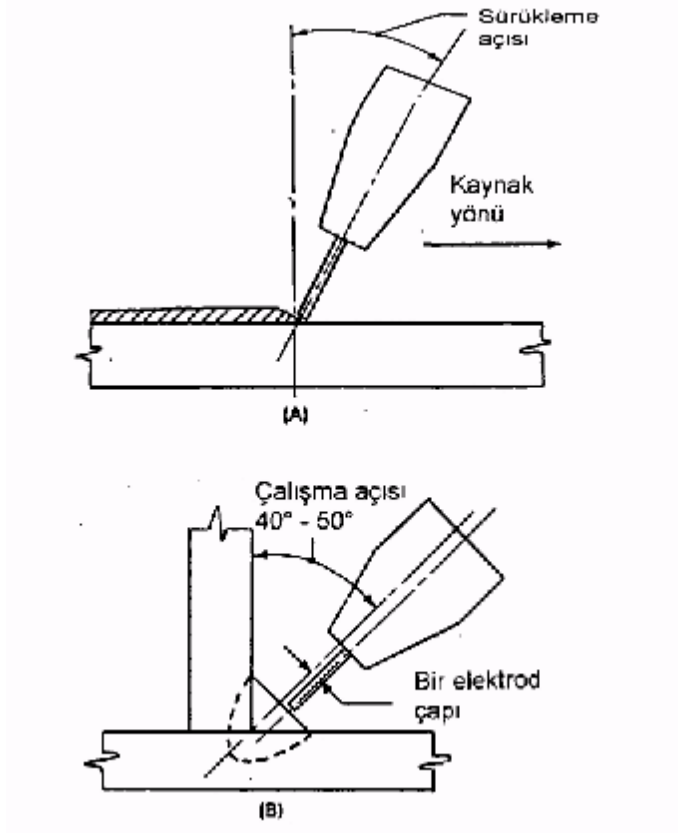
Yatay pozisyonda alın ve içköşe kaynaklan yapılıyorken yerçekimi kuvveti, erimiş kaynak banyosunu kaynağın önüne doğru itmeye çalışır. Bunu karşılamak ve yenmek için elektrod, ucunun gösterdiği dikiş gerisine doğru dik açıyla, yani kaynak yönünden uzaklaşacak şekilde tutulur. Bu kaynak açısı **sürükleme açısı** olarak adlandırılır ve kaynak ekseninin düzlemine dik bir çizgiden ölçülür (Şekil 6.9-a). Bu şekilde yapılan kaynak tıpkı MIG/MAG kaynağında olduğu gibi **arkaya kaynak** olarak adlandırılır.

Sürükleme açısının alacağı uygun değerler, kullanılan özlü telle ark kaynak yöntemine, esas metalin kalınlığına ve kaynak pozisyonuna bağlıdır. Kendinden gaz korumalı özlü telle kaynak yönteminde, sürükleme açısı örtülü elektrodla yapılan kaynaktaki ile aynı olmalıdır. Yatay alın ve yatay içköşe pozisyonları için sürükteleme açısının değeri 20 ila 45 ° arasında değişir. Daha büyük açılar, daha kalın kesitlerde kullanılır. Malzemenin kalınlığı arttıkça, nüfuziyeti arttırmak için sürükleme açısı küçültülür. Dikey kaynakta sürükleme açısının değeri 5 ila 10° olmalıdır.

İlave gaz korumalı özlü telle kaynak yönteminde ise sürükleme açısı genellikle küçük tutulmalı ve 2 ila 15° civarında olmalı ancak 25° den büyük olmamalıdır. Eğer sürükleme açısı çok büyürse gaz korumasının etkinliği kaybolur.

Yatay pozisyonda içköşe kaynağı yapıldığında kaynak banyosu, hem kaynak yönünde ve hem de buna dik yönde akma eğilimindedir. Bu yana akmayı önlemek için elektrodun, alttaki saçın bağlantının köşe noktasına yakın noktasına doğrultulması gerekir. Sürükleme açısına ek olarak

elektroda dikey saça göre 40 ila 50° lik bir **çalışma açısı** daha vermek gerekir. Şekil 6.9-b).



Şekil 6.9. Kaynak elektrodunun pozisyonları: a) sürüklenme açısı; b) çalışma açısı Dikey kaynaktaki daha küçük çekme açıları (sola kaynak) kullanılmalıdır.

6.8. Bağlantı Tasarımı ve Kaynak Prosedürü

Özlü telle ark kaynağına uygun bağlantı tasarımları ve kaynak prosedürleri, gaz korumalı elektrodun mu yoksa gaz korumasız elektrodun mu kullanıldığına bağlı olarak değişir. Ancak tüm bağlantı tipleri her iki elektrod yöntemiyle de kaynak yapılabilir. Örtülü elektrodla ark kaynağında kullanılan tüm kaynak ağızları, özlü telle ark kaynağında da kullanılabilir.

Özlü telle kaynak ve örtülü elektrodla kaynak yöntemleri arasında belirli bir bağlantı için özel kaynak ağız boyutlarında bazı farklar bulunabilir. Özlü elektrodların sınıflandırılması, boyutları, amaçları ve işletme karakteristikleri farklı olduğundan bunlar için kullanılan kaynak prosedürleri de farklı olacaktır.

Kaynak ağızlarının oluşturulmasında aşağıdaki iki temel kural göz önünde bulundurulmalıdır:

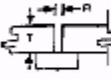
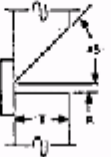
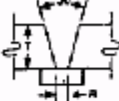
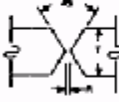
(a) bağlantının tasarımı, tüm kaynak işlemi boyunca serbest elektrod boyu sabit kalacak şekilde

oluşturulmalıdır

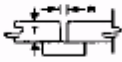
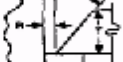
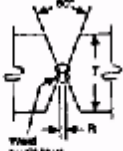
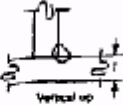
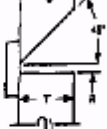
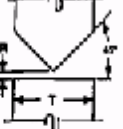
(b) bağlantı, kök kısmında kolayca ulaşılacak ve gerekli elektrod salınım hareketleri kolayca yapılabilecek tarzda şekillendirilmelidir.

Tablo 6.2'de alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerin ilave gaz korumalı özlü telle ark kaynak ağızları verilmiştir. Tablo 6.3te ise kendinden gaz korumalı elektrodlar için kaynak ağızları sıralanmıştır. Paslanmaz çelikler için bazı kaynak ağızları ise Tablo 6.4te verilmiştir.

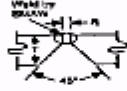
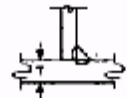
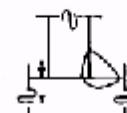
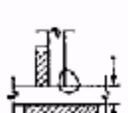
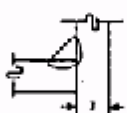
Tablo 6.2. Alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerin ilave gaz korumalı özlü telle ark kaynağında kullanılan kaynak ağızları

Bağlantı tasarımı	Kalınlık mm	Kök aralığı R, mm	Bağlantı tasarımı	Kalınlık mm	Kök aralığı R, mm
	6 13	3 6		25 51	0 0
	13 25	0 0		13 25	3 3
	16 25	5 5		10 13	0 0
	25 51	0 0		6 13	3 6

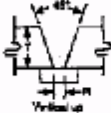
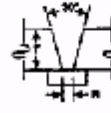
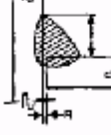
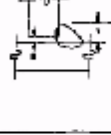
Tablo 6.3. Alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerin kendinden gaz korumalı özlü telle ark kaynağında kullanılan kaynak ağızları

Bağlantı tasarımı	Kalınlık mm	Kök aralığı R ₁ mm	Bağlantı tasarımı	Kalınlık mm	Kök aralığı R ₁ mm
	3,4 10	4 10		10 25	5 5
	13 25	10 10		10 38	6 6
	13 76	2 2		6 16 38	0 0 0
	10 32	10 10		8 32	5 5
	2,7 6	3 5		19 38	2 2
	8 25	2 2		2,7 19	0 0

Tablo 6.3. (Devam)

Bağlantı tasarımı	Kalınlık mm	Kok aralığı R, mm	Bağlantı tasarımı	Kalınlık mm	Kok aralığı R, mm
	8 25	1,6 1,6		1,2 5	0 0
	2,7 5	0 0		1,2 5	0 0
	6 25	0 0		1,5 5	0 0
	8 25	0 0			

Tablo 6.4. Paslanmaz çeliklerin aynı tür elektrod malzemeli ve kendinden gaz korumalı özlü telle ark kaynağında kullanılan kaynak ağzları

Bağlantı tasarımı	Kalınlık mm	Kök aralığı R ₁ mm	Bağlantı tasarımı	Kalınlık mm	Kök aralığı R ₁ mm
	6 10	3 3		10 32	3 8
	13 19	5 5		10 19	1 3
	22 32	10 10		3 10	1 1
	13 76	3 3			

6.9. Kaynak Hataları ve Nedenleri

Tablo 6.5'te özlü telle ark kaynağında görülen hatalar ve muhtemel nedenleri ile düzeltmek için yapılması gereken işlemler verilmiştir.

Tablo 6.5. Özlü telle ark kaynağında problem çözüm listesi

Hata	Muhtemel nedeni	Düzeltilici işlem
Gözenek	Gaz debisi çok düşük Gaz debisi çok yüksek Rüzgar hızı çok fazla Gaz kirlisi Esas metal kirlisi İlave tel kirlisi Telin içinde aşırı öz var Gerilim çok yüksek Serbest elektrod boyu çok uzun Serbest elektrod boyu çok kısa (kendinden korumalı özlü tel) Kaynak hızı çok yüksek	Debimetreden gaz debisini yükseltin; gaz memesindeki sıçramaları temizleyin. Türbülansı yoketmek için azaltın Kaynak bölgesini örtün Gaz bupünü değiştirin, hortumları ve fittingleri sızdırmazlık bakımından kontrol edin. Kaynak bölgesini temizleyin Tel üzerindeki tüm çekme artıklarını temizleyin; rulolardaki yağı temizleyin; atelyeyi temiz tutun; ilave telleri yeniden fırınlayın. Elektrodu değiştirin. Gerilimi yeniden ayarlayın Boyu yeniden ayarlayın ve akımı dengeleyin Boyu yeniden ayarlayın ve akımı dengeleyin Hızı ayarlayın
Erime azlığı veya yetersiz nüfuziyet	Elektrod hareketleri uygun değil Parametreler uygun değil Bağlantı tasarımı uygun değil	Elektrodu kılke doğru yönlendirin Akımı arttırın; kaynak hızını düşürün; tel çapını düşürün; kaynak hızını arttırın (kendinden korumalı elektrodlarda) Kök aralığını arttırın; kök alını azaltın
Çaallama	Bağlantı tesbiti çok sıkı Elektrod uygun değil, Dezoksitanlar uygun değil veya öz eksik doldurulmuş	Tesbit düzeneğini gevşetin, ön tavlama uygulayın; daha sünek kaynak teli kullanın, kumlama yapın Özün formülasyonunu ve içerğini muayene edin
Elektrod besleme	Kontak borusu fazla aşınmış Erimsiş veya yapışmış kontak borusu Kablo içinde kirlili tel kanalı	İlerletme rulolarının basıncını azaltın Gerilimi düşürün; geri yarma süresini yeniden ayarlayın; aşınmış kılavuzu değiştirin; Kanal kılavuzunu değiştirin; basınçlı havayla temizleyin.

6.10. Özlü Telle Ark Kaynağının Avantaj ve Dezavantajları

Özlü telle ark kaynağı örtülü elektrodlarla ark kaynağına göre pekçok avantaja sahiptir. Ayrıca tozaltı ve gazaltı ark kaynağına göre de bazı bakımlardan daha üstündür. Gazaltı ark kaynağına göre daha esnek ve tozaltı ark kaynağına göre de daha adaptiftir. Bu avantajlar aşağıda verilmiştir.

- (1) yüksek kaliteli kaynak metali
 - (2) mükemmel dikiş görünüşü -düzgün ve pürüzsüz dikişler
 - (3) yatay içköşe kaynaklarında mükemmel dış profil
 - (4) geniş bir kalınlık bölgesinde pekçok çelik kaynak yapılabilir
 - (5) yüksek işletme faktörü - kolayca mekanize edilebilir
 - (6) yüksek yığma hızı - yüksek akım yoğunluğu
 - (7) nisbeten yüksek elektrod yığma verimi
 - (8) ekonomik mühendislik bağlantı tasarımı
 - (9) görülebilen ark - kullanımı kolay
 - (10) gazaltı ark kaynağına göre dan az ön temizleme gereği
 - (11) örtülü elektrodla ark kaynağına göre daha az çarpılma ve içgerilme
 - (12) örtülü elektrodla ark kaynağına oranla dört kata kadar daha fazla yığma
 - (13) kendinden gaz korumalı elektrodların kullanımı, ayrıca toz taşınmasını ve gaz tüpü ile diğer aparatlara gereksinimi ortadan kaldırır ve şantiye uygulamalarında rüzgar etkilerine karşı daha toleranslıdır
 - (14) kaynak dikişinin çatlamasına yol açan kirliliklere daha yüksek tolerans
 - (15) dikişaltı çatlamasına daha yüksek direnç
- Özlü telle ark kaynağının dezavantajları ise şunlardır:
- (1) bu yöntem demir esaslı ve nikel esaslı malzemelerle siniridir
 - (2) yöntem, uzaklaştırılması gereken bir cüruf oluşturur
 - (3) özlü elektrodlar, bazı hafif alaşımlı çelikler hariç aynı ağırlıktaki masif elektrodla kıyasla daha pahalıdır.
 - (4) ekipman, örtülü elektrodla ark kaynağında kullanılabildiği kadar karmaşık ve daha pahalıdır; ancak artan verimlilik bunu dengeler.
 - (5) tel besleme ünitesi ve kaynak makinasının kaynak noktasına çok yakın olması gerekir
- İlave gaz korumalı olan türü bakımından, dış koruma hava akımları tarafından etkisiz hale getirilebilir; kendinden gaz korumalı elektrodlarda bu bir problem değildir çünkü gaz koruması, tam gerek duyulan yerde yani elektrodun ucunda oluşur.
- (6) ekipman örtülü elektrodlarda kullanılanlara göre daha karmaşık olduğundan daha fazla bakım gerektirir.
 - (7) gazaltı ve tozaltı ark kaynak yöntemlerine göre daha fazla kaynak dumanı oluşur.

7. BÖLÜM

MIG/MAG KAYNAĞINDA EKONOMİKLİK

7.1. Giriş

Kaynak tekniğiyle uğraşan kişiler arasında, kaynak yöntemlerinin uygulanabilirliği üzerine yapılan tartışmalarda "EKONOMİKLİK" ve "VERİMLİLİK" büyük bir yer tutar. Ekonomiklik ve verimlilik Tablo 7.1 'de açıklanmıştır.

Tablo 7.1 Verimlilik ve Ekonomiklik

Verimlilik	=	$\frac{\text{Üretilen mamul veya kalite miktarı}}{\text{Bunun için harcanan bir üretim faktörünün miktarı}}$
	=	ölçülebilen üretkenlik
	=	İşletmenin ürün kapasitesi
Ekonomiklik	=	$\frac{\text{İşletmenin ürün kapasitesi}}{\text{Bunun için gereken üretim faktörlerinin maliyeti}}$

MIG/MAG kaynağında ekonomikliğin ele alınabilmesi için bu yöntemin üstünlüklerinin belirtilmesi gerekir.

7.2. Tam Mekanizasyona ve Otomatizasyona Uygunluk

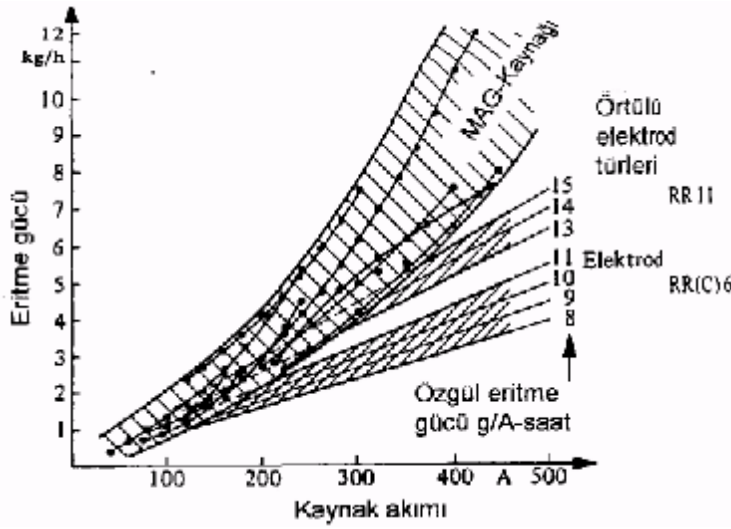
MIG/MAG kaynağının en önemli üstünlüklerinden biri, kaynak tesisinin tam mekanizasyona veya

Otomatizasyona uygunluğudur. Bu durum, **uçsuz tel** elektrodla çalışılabilmesi, akım üreticinin akım-gerilim karakteristiği aracılığıyla çok kısa düzelme süresinde de arkın problemsiz şekilde ayarlanması, cürufsuz kaynak banyosu oluşturmamasından ileri gelir.

7.3. Eritme Gücü

Bir yöntemin ekonomikliğinin en önemli karakteristiği eritme gücüdür. Ancak bu karakteristik bazen tam olarak tanımlanamaz.

Eritme gücü kaynak akımının bir fonksiyonu olarak yorumlandığında, örtülü çubuk elektrodlarda dağılım bölgesi hakkında yeterli bir bilgi mevcut değildir. Ancak literatürde MIG/MAG kaynağının eritme gücünün çok geniş bir dağılım bölgesi mevcuttur. Şekil 7.1'de örtülü çubuk elektrodlarla kıyaslamalı olarak MAG kaynağının eritme gücü ile ilgili olarak, sınırları kesin olarak belirli bir dağılım bölgesi verilmiştir. Bu şekilden, belirli kaynak akımlarında en yüksek eritme gücünün en düşük eritme gücünün iki katı olduğu görülmektedir.



Şekil 7.1 Eritme güçleri

7.4. Yan Süreler ve Devrede Kalma Süresi

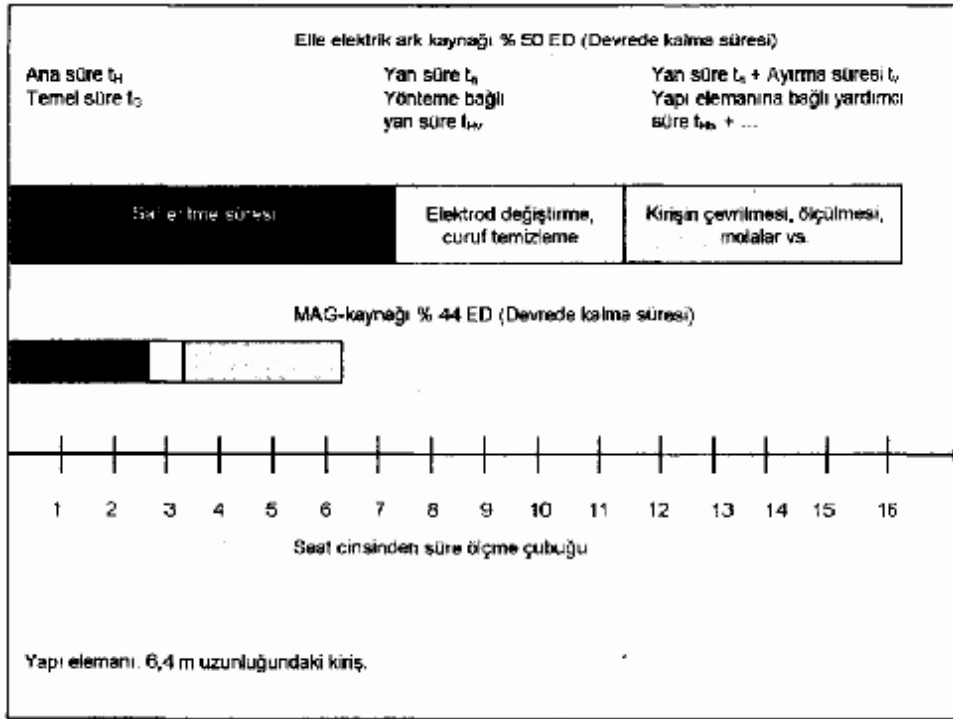
Saf kaynak süresinin hesaplanmasında yan sürelerin çıkarılması çok önemlidir.

Tecrübeler göstermektedir ki, örtülü elektrodlarla ark kaynağında cürufların uzaklaştırılması için gerekli sürelerin doğru şekilde hesaplanması çok problemlidir. Dikiş türü, elektrod tipi ve kaynak şartları, bu süreyi önemli oranda etkilemektedir. MIG/MAG kaynaklı dikişlerin temizlenmesi için geçen gerçek sürelerin hesaplanması da benzer şekilde problemlidir.

Çoğu zaman dikkat edilmeyen nokta, dikişin üst yüzeyindeki dezoksidasyon ürünlerinin

oluşturduğu küçük adacıkların uzaklaştırılmasının gerektiğidir. Bunların miktarı, esas metal, tel elektrod ve koruyucu gazın türü gibi pek çok faktörden etkilenir. Sıçrama oluşumu da kaçınılmaz bir durumdur. Burada kaynak makinasının özellikleri ne kadar etkiliyse, kaynakçının kaynak değerlerini ayarlaması da o derece etkilidir. Koruyucu gazların sıçrama oluşumuna etkisi daha önceki bölümlerde açıklanmıştır.

MIG/MAG kaynağına geçişin, esas olarak yüksek bir devrede kalma süresine yol açmadığı Şekil 7.2'den görülmektedir.



Şekil 7.2. MAG kaynağında devrede kalma süresinin değişimi

Bu şekilden:

saf eritme süresinin 1:3 oranında azaltıldığı,

yönteme bağlı yardımcı sürelerin yaklaşık 1:6 oranında azaltıldığı,

yapı elemanına bağlı yardımcı sürelerin ise sadece 1:1,7 oranında azaltıldığı

ve toplam olarak devrede kalma süresinin % 50'den % 44'e düştüğü görülmektedir.

7.5. Distorsiyon (Çekme ve Çarpılma)

MIG/MAG kaynağının diğer bir özelliği, bazı durumlarda yan sürelerin kısaltılmasına yardımcı olmasıdır: örneğin daha düşük distorsiyon yoluyla. Tüm araştırmalar, MIG/MAG kaynağında parçaya önemli oranda daha az enerji uygulandığını göstermektedir. Düşük ısı girdisinin doğal

sonucu olarak daha az distorsiyon oluşması, önemli bir üstünlüktür. Şekil 7.2'de gösterilen örnekteki 6,4 m uzunluğundaki kirişte MAG kaynağından sonra, tüm kiriş uzunluğunda sadece 2 mm'lik bir çarpılma meydana gelmiştir. Bu değer elle elektrik ark kaynağına oranla önemli oranda daha düşüktür. Ve bu düşük distorsiyona, elle elektrik ark kaynağına göre MAG kaynağında çok fazla çevirme işlemi kullanılmamasına rağmen ulaşılmıştır. Arkin enerji tüketimi üzerine veriler aşağıdaki gibidir:

Elle elektrik ark kaynağı	yaklaşık 27 KWh.
MAG kaynağı	yaklaşık 12,5 KWh.

10 mm kalınlığındaki St 52 malzemeden kaynaklı levhalardaki içgerilme dağılımı üzerine yapılan bir araştırma, elle elektrik ark kaynağına kıyasla MAG kaynağında iç gerilmelerin önemli oranda daha düşük olduğunu göstermiştir.

7.6. Güç Karşılaştırması

Karşılaştırma kaynakları üzerine son yıllarda yapılmış araştırmalardan elde edilen sonuçlar Tablo 7.2'de verilmiştir.

Tablo 7.2. MAG Kaynağı ile elle elektrik ark kaynağının güçlerinin karşılaştırılması

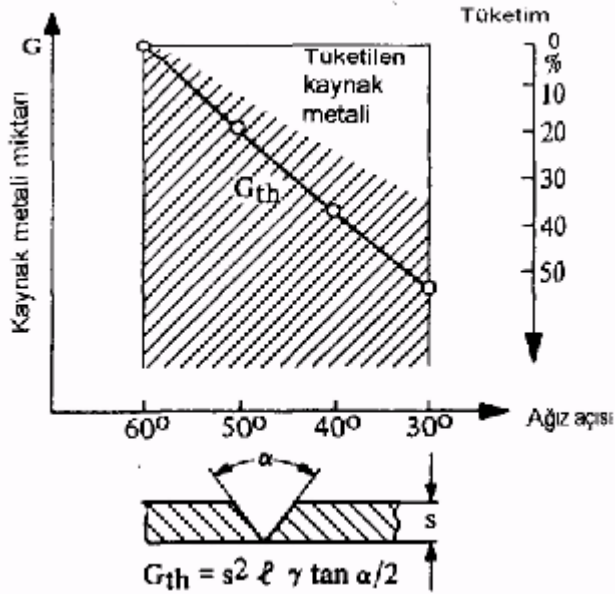
Kaynaklı yapı	Dikiş türü ve kalınlığı	Saf kaynak güçlerinin oranı	Toplam iş süresinin oranı
Tavlama tezgahı	İçköşe dikişi a= 8mm		1:3
Bilyalı dişli kutusu	İçköşe dikişi a= 7 mm		1:2,1
Taşıyıcı raylar	V-dikişleri 12 mm	1:3	1:2,7
Toz ızgarası	İçköşe dikişleri a= 3,5mm	1:1,7	1:2,5
Boru şeklinde parçalar	İçköşe dikişleri a= 5... 14		1:3,75
Saç yapılar (boyuna)	Üç saç dikişi 1,5 mm	1:2	
Çelik merdiven	İçköşe dikişi a= 2,5mm	1:1	1:2
Makina parçaları	İçköşe dikişi a= 6 mm	1:2,8	1:3,2
Yuvarlak çelik parçalar	d = 4. ..6 mm	1:2,4	1:2,3
Aparat platoları	İçköşe ve V-dikişleri		1:2,5
Taşıyıcı tezgahlar	Kiriş IPB 100		1:1,9
Havalandırma kanalları	Saç kalınlığı 4 mm		1:2,25
Kren yolu konsolu	İçköşe dikişleri, saç kalınlığı 20 mm	1:2,2	1:2,85

7.7. Kaynak Metali Miktarı

Mevcut hesaplamalar, bu bölümde karşılaştırılan her iki yöntemin de doldurma (kaplama, zırlama vs.) kaynağında aynı kaynak metali yığma gücünde olduğunu göstermiştir.

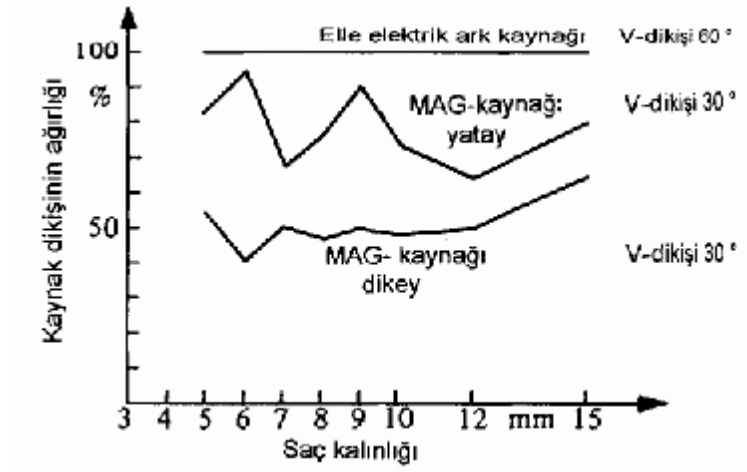
Ancak birleştirme kaynağında durum aynı değildir. Tek tek araştırmaların sonuçları, elle elektrik ark kaynağına göre MAG kaynağında V-dikişlerinde ağız açısının küçültülebileceğini göstermiştir.

Ağız açısının küçültülmesiyle hangi miktarda kaynak metali tasarrufu sağlanabileceği, teorik olarak Şekil 7.3'te G_{th} eğrisiyle gösterilmiştir. Doğaldır ki, gerçek kaynak dikiş yüksekliğinde bu hesaplama tam olarak yapılamaz. Deneyler göstermiştir ki, dikey pozisyonda kaynak yapılan dikişlerde teorik değer kısmen gerçekleştirilmiştir, ancak yatay kaynak edilen dikişlerde kısmen büyük sapmalar olmaktadır (Şekil 7.4).



(Kök aralığı, kök alını ve üstte dikiş taşkınılığı yok)

Şekil 7.3. MAG kaynağında V-dikişlerinde kaynak metali tüketimi



Şekil 7.4. MAG kaynağında kaynak metalinin gerçek tüketimi

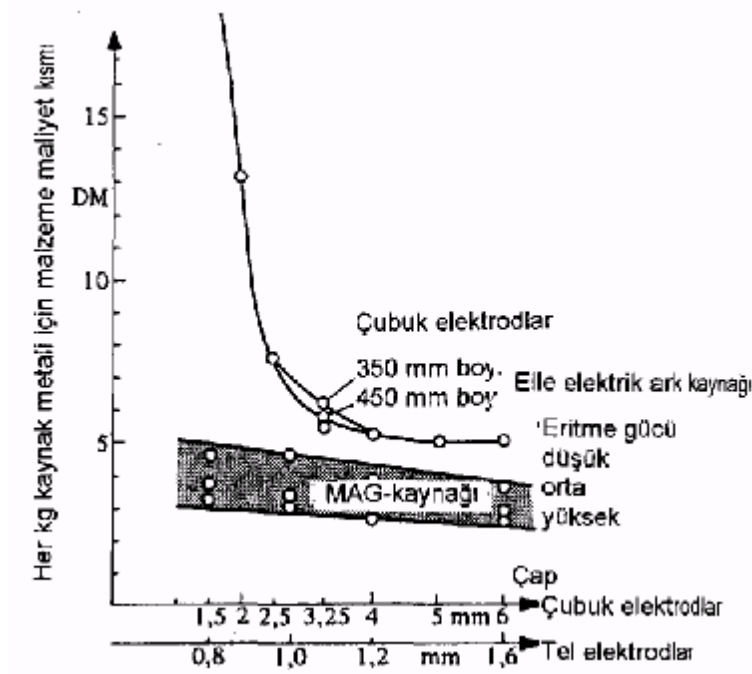
MIG/MAG kaynağında ağız açısının küçültülebileceği sorusu, oldukça zor yanıtlanabilecek bir sorudur. Kaynakla uğraşanlar, 15 mm'ye kadar saç kalınlıklarında 40°'lik ağız açılarının ve daha kalın olanlarda da 50°'lik ağız açılarının aşılmaması gerektiğini tavsiye etmektedir. Daha dar ağız açıları halinde, birleşme hatalarının oluşması ve gaz çıkışının zorlaşması tehlikesi mevcuttur.

7.8. Malzeme Maliyetleri

Geçmiş yıllarda yapılan tüm maliyet karşılaştırmaları, MIG/MAG kaynağına geçişle işçilik giderlerinde ve yan işçilik giderlerinde fark edilir bir azalma olduğunu göstermiştir. Ancak malzeme giderlerinde ağırlıktaki gibi şiddetli bir düşme oluşmamıştır. Pek çok endüstri ülkesinde geçerli yüksek işçilik maliyeti seviyesi ve ilave malzemelerin fiyat seviyesi göz önüne alındığında, gaz maliyetleri de hesaba katılırsa, işçilik ücretleri bakımından yapılacak tasarrufa göre kaynak ilave malzemesi maliyetlerinde çok daha önemli bir tasarruf sağlanmaktadır.

İlave malzemelerin her ikisinde de, hem örtülü çubuk elektrodalarda hem de tel elektrodalarda artan çapla fiyatlar düşmektedir. Ancak yapılacak bir karşılaştırmanın anlamlı olması gerekir. Örneğin her ikisi de pratikte birbirine rakip olmadığından 0,8 mm çaplı tel elektrodla 5 mm çaplı örtülü çubuk elektrodun birbiriyle kıyaslanması anlamsızdır.

Her bir kg kaynak metalinin malzeme maliyetinin yüksekliği üzerine bir ipucu Şekil 7.5'te verilmiştir



Şekil 7.5. Her bir kg kaynak metalinin malzeme olarak maliyeti.

Sıçramalar, önemli bir ilave malzeme kaybıdır ve tel elektrodun ağırlığının değerlendirilmesinde göz önünde bulundurulmalıdır. Bu aşamada alaşım elemanlarının yanmadan dolayı kaybı ihmal edilebilir. Sıçrama kayıplarının yüksekliği, koruyucu gaza ve kaynak makinasının ayarlanmasına bağlıdır. Bu nedenle doğru değerlerin tespiti çok güçtür. Aşağıdaki sonuçlar, bir ipucu olarak kabul edilebilir:

tel elektrod 1,2 mm çaplı; 28-30 V ve 275-290 A'de spreyl ark veya uzun arkla kaynak edilmiş; aşağıdaki sıçrama kayıpları bulunmuştur:

- % 88 Ar, % 12 O₂ 'den oluşan karışım gazla yaklaşık % 2,5
- % 89 Ar, % 5 CO₂, % 6 O₂ 'den oluşan karışım gazla yaklaşık % 3
- % 84 Ar, % 13 CO₂, % 3 O₂ 'den oluşan karışım gazla yaklaşık % 3,5
- % 85 Ar, % 15 CO₂ 'den oluşan karışım gazla yaklaşık % 4
- CO₂ ile yaklaşık % 7,5.

Tel elektrod çapı 1,2 mm; çeşitli ark gerilimlerinde 270 A'de kaynak edilmiş:

- 29 ila 32 V'ta % 82 Ar, % 18 CO₂, 'den oluşan karışım gazla % 2-3
- 26 ila 28 V'ta % 82 Ar, % 18 CO₂, 'den oluşan karışım gazla % 4-5
- 25 ila 33 V'ta CO₂ ile % 6-7

CO₂ ile doğru değerler:

Alın dikişlerinde yaklaşık % 8

İçköşe dikişlerinde yaklaşık % 5

7.9. Uygulanabilirlik

Bir kaynak yönteminin ekonomikliğinin değerlendirilmesinde, uygulanabilirliğinin de mutlaka göz önüne alınması gerekir.

Yapılan araştırmalar, elle elektrik ark kaynağına göre MIG/MAG kaynağının yapılışının daha kolay öğrenilebildiğini göstermiştir.

Kaynak hataları her yöntemde oluşabilir ve MAG kaynağında gözenek ve birleşme hatalarına tesadüfi sebep olma eğilimi, yöntemin kendine özgü bir karakteristiği değildir. Bu hatalar çoğunlukla kaynakçının yöntemin özelliklerini yeteri kadar bilmemesinden ileri gelmektedir. MIG/MAG kaynağında da çalışma kurallarına dikkat edilmesi gerekir. Bu sadece torcun uygun şekilde hareket ettirilmesi anlamına gelmez; ayrıca kaynak cihazının ayarlarıyla da ilgili bir husustur.

Bir başka nokta, yöntemin uygulanmasının zorluk derecesidir. Bir yöntemin uygulanması ne derece zorsa, hata oluşma ihtimali de o derece yüksek olmaktadır. MIG/MAG kaynak torcunu ilk defa kullanarak kaynak yapan pek çok kaynakçı, bunun elle elektrik ark kaynağı yapmaktan çok daha kolay olduğunu söylemektedir.

Elle kaynak yapan kaynakçıya etkiyen çevre faktörleri çok değişiktir. MIG/MAG kaynağında ısıma daha fazladır; eli elektrik ark kaynağında daha fazla duman oluşur; benzeri faktörler çoğaltılabilir (parçanın türü, kaynak ağzının yüzey durumu, havalandırma olanağı, elektrod çapı, koruyucu gaz türü, elektrod örtüsünün türü vs.).

Çoğu kaynakçı MIG/MAG kaynağını tercih etmektedir. Bunun nedenleri çok fazladır: örneğin puntalama işlemi MIG/MAG kaynağıyla çok daha basittir ve "şimşek çakması" tehlikesi olmadan işlem tamamlanabilmektedir. Kaynakçı torcun gaz memesini parça üzerine eğik olarak yerleştirir; serbest elektrodun ucunu punta yapılacak yere doğrultur ve torçtaki anahtara basar. Punta kaynağı tam gereken yerde yapılmış olur. Puntalama işleminden sonra kaynakçı cüruf temizlemek zorunda olmadığından MIG/MAG kaynağına başlar. Cüruf temizleme işlemi, bir boş vakit değerlendirme uğraşısı değil, normal çalışma süresinin ayrılmaz bir parçasıdır.

Puntalama işlemi olmadan (örneğin fikstür kullanılarak yapılan seri imalatta) veya uygun kaynak şartları nedeniyle cürufun kendi kendine kalktığı durumlarda MIG/MAG kaynağının bu üstünlüğü ortadan kalkmış sayılmaz. MIG/MAG kaynakçısının rahatlığı, kalın tel elektrodlarla, üst güç bölgesinde (yüksek akım şiddeti değerinde) kaynak yaparken ve bu şekilde yüksek bir eritme gücü elde ettiğinden -belki biraz da devrede kalma süresinin yüksekliği sayesinde- devam eder.

Elle elektrik ark kaynağına göre kaynak makinasının ayarlanması biraz daha bilgi gerektirir; cihazın taşınması daha fazla dikkat ister ve biraz daha ağırlık kaldırmayı zorunlu kılar.

7.10. MIG/MAG Kaynağında Maliyet Hesabı

Tablo 7.3, MIG/MAG kaynağında hangi esasların göz önüne alınması ve hangi özelliklere dikkat edilmesi gerektiğini göstermekte ve bütün bunlara göre bir hesaplamanın nasıl yapılabileceğini vermektedir.

Tablo 7.3 MIG/MAG kaynağı için bir hesaplama yapısı

Maliyet türü	Hesaba katılma yöntemi	Maliyetin davranışı
1. İmalat maddeleri		
1.1. Tel elektrodlar	Yapı elemanında kaynak deneyiyle veya mesleki literatürdeki tablolardan veya dikiş ağırlığının hesabı ile (burada gerçek kök aralığına, gerçek dikiş taşkınlığına,	Değişkendir; doğrudan hesaplanabilir
1.2. Koruyucu gaz	Yapı elemanında kaynak deneyiyle, mesleki literatürdeki tablolardan veya l/dak cinsinden tüketimden ve kaynak süresinden hesaplanarak veya l/dak	Değişkendir; doğrudan hesaplanabilir
1.3. Kaynak akımı Açıklama: kaynak akımı genellikle atölyedeki veya makina maliyetindeki enerji olarak dikkate alınır; ancak imalat maddeleri arasına dâhil edilmesi	Ark süresinden, kaynak geriliminden, kaynak akımından, kaynak makinasının verim katsayısından tahmini olarak hesaplanabilir. Ekonomiklik hesabı üzerine zayıf etki yapması nedeniyle çoğu kez ihmal edilebilse bile, toplam maliyet hesabında	Tüketim değişkendir. Tarifeye göre temel maliyet olarak hesaplanır.
1.4. Diğer tüketim maddeleri; örneğin gaz memesini temizleme	Çok gerekli ise, tahmini olarak katılır	Değişkendir, doğrudan hesaplanabilir
1.5. Malzeme genel maliyetleri (satın alma,	1.1 ... 1.4 maddelerindeki maliyetlerin yüzdesi olarak katılır.	Değişken ve sabit karışımıdır. Yüzde olarak
2. İşçilik ücreti maliyetleri		
2.1. işçilik ücreti maliyetleri	Yapı elemanında kaynak deneyiyle veya literatürdeki tablolardan veya dikiş ağırlığından veya eritme gücünden hesaplayarak katılır. Yan süreler dinlenme süreleri ve	Değişkendir; doğrudan hesaplanabilir. (Bazı durumlarda geçici olarak kesin sabit maliyet karakterinde davranır)
2.2 Yan işçilik ücreti maliyetleri (Sosyal sigortalar, lojman, sendika	2.1 'deki miktarın yüzdesi olarak % 55 ... 60 arasında.	2.1. 'deki gibi
3. Makina maliyetleri		
3.1. Hesaplanan amortisman	Yerine koyma değeri olarak, yıllar cinsinden hesaplanan kullanma süresi ve	Sabit veya kademeli sabit

Maliyet türü	Hesaba katılma yöntemi	Maliyetin davranışı
3.2. Hesaplanan kiralara	Kullanma süresine bağlı olarak sabit sermayenin yüzdesi cinsinden (= 1/2 yerine koyma değeri) ve faiz oranlarına göre (sermaye piyasasının durumuna göre %8)	3.1. 'deki gibi
3.3 Bina maliyetleri	Gerektiğinde makinaların kapladığı yüzey, Çalışma ortamı, Parçalar için yerleştirme yeri ve işletmenin idari	3.1. 'deki gibi
3.4. Enerji maliyetleri	Kaynak akımı 3.1 'deki şekilde hesaba katıldıysa, bu bölüm ihmal edilebilir (İstisna: tam mekanize kaynakta enerji dağıtım	Değişken ve sabit
3.5. Bakım onarım maliyetleri	Aşınan parçaların değiştirilmesi (önceki tecrübeler dikkate alınarak hesaba katılabilir). Toptan yedek parça ihtiyacı dikkate alınmalıdır; Bakım için çalışma maliyetleri (yabancı veya kendi personeli)	Değişken (donanımdan bağımsız değerlendirilebilen mutlak sabit maliyetler)
3.6. Diğer makina maliyetleri	Örnek: Takımlar makinaya bağlı hurda	
Yukarıda verilen maliyet türleri, MIG/MAG kaynağının diğer yöntemlerle ekonomiklik hesabı çerçevesinde karşılaştırılmasına izin vermektedir. Toplam maliyet hesabında (örneğin yardımcı işçilik ücretleri, imalatın gözlenmesi için gerekli işçilik ücretleri ve maaşlar, yardımcı ve işletme maddeleri, risk		

8. BÖLÜM

GAZALTI ARK KAYNAĞINDA SAĞLIK VE GÜVENLİK

8.1. Giriş

Gazaltı ark kaynağında işçi sağlığı ve iş güvenliği ile ilgili pratiğe yönelik bilgiler aşağıda verilmiştir.

DİKKAT:

Kaynak sırasında her zaman **iki elinize de** kuru, hasarsız eldiven giyiniz. Deri, eldiven için en uygun malzemedir. Kaynak eldivenlerini metal parçalarla çalışırken (kerpeten, pense veya perçin aleti) giymeyiniz.

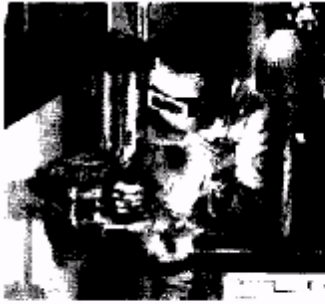
ÇÜNKÜ:

Pek çok koruyucu gaz kaynakçısı, çalışma sırasında kendilerini sınırladığı gerekçesiyle eldiven giymemektedir. Bu davranış, iş güvenliği tüzüklerine aykırıdır. Bu durumun, ısıma sırasında tenin zarar görmesi, sıçramalarla yanma, gerilim taşıyan parçalarla temas halindeyken zayıflamış izolasyon nedeniyle akıma maruz kalma gibi, tehlikelere karşı son derece açık bir davranıştır. Koruyucu gaz kaynakçıları için özel beyaz ve ince, beş parmaklı nappa deriden eldivenler mevcuttur.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Kaynakçının kişisel korunması zayıflar.

GÖSTERİM:



Eldiven hatalı
Yanlış



Doğru

DİKKAT:

Çalışma sırasında önlük ve başlık giyerek, **tüm vücudunuzu** ışımalardan ve yanma tehlikesinden koruyunuz.

ÇÜNKÜ:

Vücudu korurken, açık kollar, boynu, gerektiğinde enseyi (yansıyan ışınların da hesaba katılması gereken

durumlarda) koruma da unutulmamalıdır. Kuvvetli ışımda, tekstil dokumalar zarar göreceğinden, deriden mamul özel koruyucu giysiler (boyun ve enseyi de koruyan) giyilmelidir.

GÖSTERİM:



Doğru
Işımaya karşı iyi koruma
sağlanmış

DİKKAT:

Koruyucu gözlük için uygun koruma seviyesini seçiniz. Açık renk gözlükleri asla kullanmayınız.

ÇÜNKÜ:

Gerekli koruma seviyesi, her şeyden önce kaynak akımının yüksekliğine, ancak aynı zamanda esas melale ve kaynakçının kişisel göz hassasiyetine de bağlıdır. Bu nedenle tavsiye edilen kullanımın üst veya altındaki koruma kademesine sapmalara müsaade edilir. Uzun ark boyuyla kaynakta daha yüksek koruma kademesi uygulanmalıdır. Ayna gibi sırlanmış koruyucu gözlükler, ısınmayı sınırlar. Bu tip gözlükler özellikle yüksek akımlarla yapılan MIG/MAG kaynağında uygundur.

DİKKAT EDİLMEZSE:

"Kamaşmış" gözler; görme bozuklukları oluşur.

GÖSTERİM:

		Schweißstrom in A									
		50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
WIG		9	10	11	12	13	14				
MIG	Stahl	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Aluminium	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
MAG		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Bei verlängertem Lichtbogen die nächst höhere Stufe verwenden

Empfohlene Verwendung der einzelnen Schutzstufen (nach DIN EN 169).

DİKKAT:

Kaynak yerini, askılarla veya hareketli panolarla kapatınız. Kaynağa yardım edenlerin veya kren operatörlerinin de koruyucu gözlüklerle ışımalara karşı korunmasını sağlayınız. Yansıyan ışınlar da hesaba

katınız. Açık renkli, parlak duvarlardan kaçınınız.

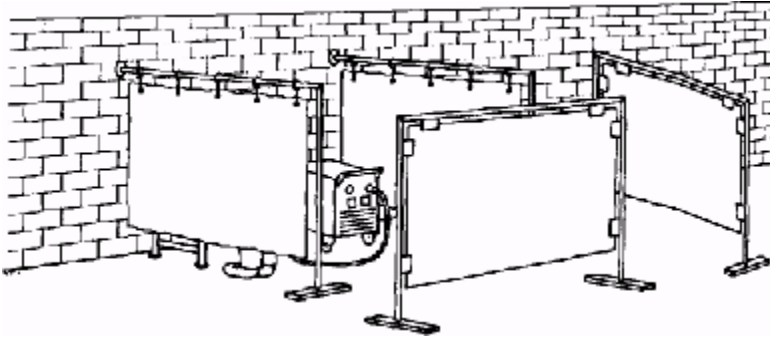
ÇÜNKÜ:

Koruyucu gaz kaynağındaki arkın yaydığı yoğun ışıma, sadece kaynakçının kendisi için değil, kaynak istasyonunun civarı için de tehlikelidir. Bu nedenle kaynak yapılan noktanın etrafının kapatılması gerekir. Kaynak yapılan noktanın etrafında çalışan personelin de koruyucu gözlükleri takması gerekir. Kaynakçı yardımcıları için koruma kademeleri 1.2, 1.4 veya 1.7 'dir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

"Kamaşmış" gözler; görme bozuklukları oluşur.

GÖSTERİM:



DİKKAT:

Yüksek elektrik tehlikesine dikkat ediniz. Bu durumda uygun özel güvenlik önlemlerini almaya özen gösteriniz.

ÇÜNKÜ:

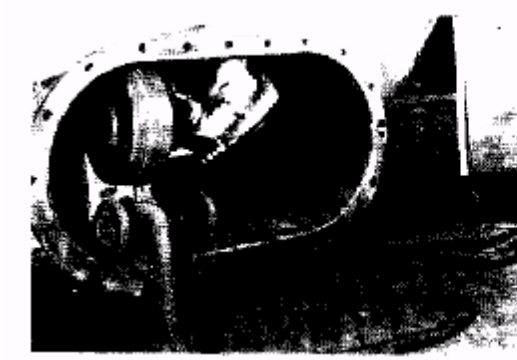
Yüksek elektriğin yol açtığı tehlikeler şunlardır:

- dar hacimlerde elektriği ileten cidarlar (hacmin bir boyutu 2 metreden küçükse)
- zorunlu olarak çalışma sırasında, insan vücudunun elektriği ileten parçalarla temasının önlenemediği yerlerde, elektriği ileten parçalar arasında hareketin kısıtlanması durumunda
- elektriği ileten parçalar üzerinde kısıtlanmış hareket kabiliyeti halinde
- ıslak veya sıcak hacimlerde (iş elbisesinin ıslanarak veya ter emerek elektrik iletkenliği kazandığı durumlarda)

DİKKAT EDİLMEZSE:

Elektrik akımı tehlikesine karşı kaynakçının korunması zayıflar.

GÖSTERİM:



Dar hacimler

kaçınılamayan
vücut temasları**DİKKAT:**

İlave iz,ole altlıklarla veya ara panolarla, yüksek elektrik tehlikesine karşı kendinizi koruyunuz.

ÇÜNKÜ:

Kauçuk veya lastik gibi izole altlıklar veya ara panolar, ıslak gövdeler veya ıslak duvarlar gibi elektriği ileten parçalarla temasa karşı ilave bir önlem sağlarlar. İletken zeminlere karşı lastik veya kauçuk tabanlı kuru ayakkabılar çok uygundur. Bu tür ilave önlemler uygulanamıyorsa, en azından iş elbiselerinin kuru ve hasarsız olması sağlanmalıdır.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Elektrik akımı tehlikesine karşı kaynakçının konulmasının zayıflaması

GÖSTERİM:

Emniyetle oturuyor

DİKKAT:

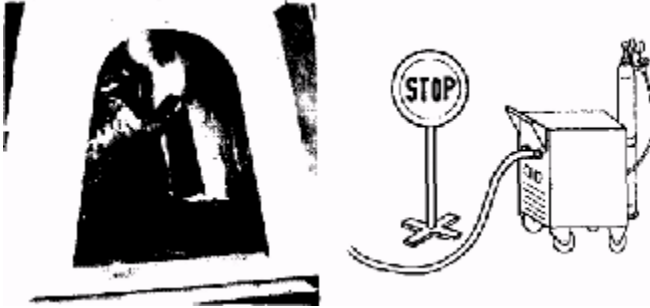
Kaynak makinasını duvarları elektrik ileten dar hacimlere yerleştirmeyiniz.

ÇÜNKÜ:

"Dar" kelimesi ile karşılıklı olarak elektrik ileten parçaların (cidarlar, gövdeler, borular vs.) avın anda birbirine temas edebileceği veya ayakta durmanın mümkün olmadığı hacimler kastedilmektedir. Bu durum, hacmin bir boyutunun (uzunluk, genişlik, yükseklik veya çap) 2 metreden daha az olduğu zaman geçerlidir.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Elektrik akımı tehlikesine karşı kaynakçının korunması zayıflar.

GÖSTERİM:**DİKKAT:**

Dar hacimlerde çalışırken hayatta kalmak istiyorsanız, sürekli taze hava sağlayınız.

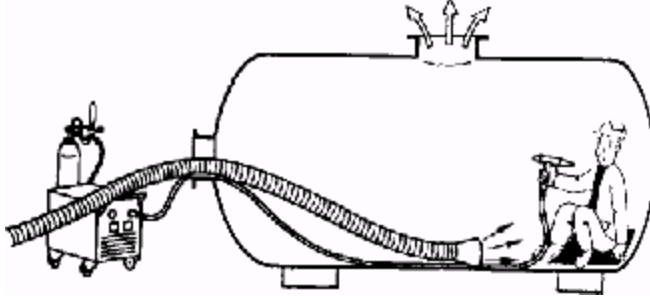
ÇÜNKÜ:

Küçük bodrumların, madenlerin, boru hatlarının, kuyuların, tankların, kazanların, kapların, cifi cidarlı kabinlerin veya kimyasal aparatların içinde taze hava girişi gerekir. Ancak hava yerine oksijen sevk edilirse, kendi kendine zor yanan dokuma giysiler kolayca tutuşabilir. Bir kıvılcımla tutuştuğunda hemen alev alabilir. Bu tür durumlarda hayatta kalma şansı son derece zayıftır.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Teneffüs havası azalır.

GÖSTERİM:

**DİKKAT:**

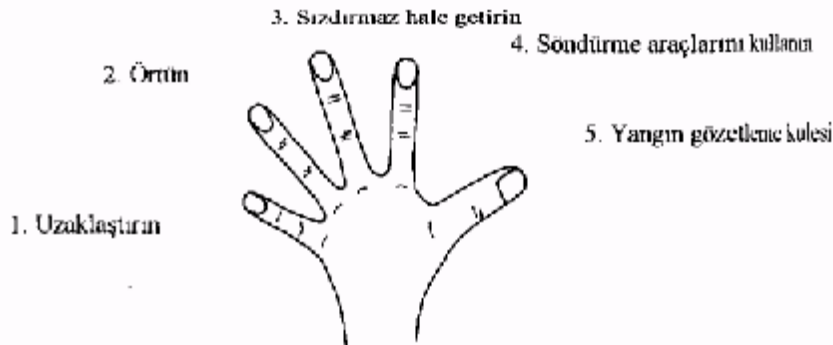
Kaynak çalışması sırasında yangın ve patlama tehlikesi içeren hacimlerde yangından korunmanın **Beş-Parmak-Kuralı**'nı aklınızda bulundurunuz.

AÇIKLAMA:

1. Tüm hareketli yanabilir maddeleri, tehlike bölgesinden **uzaklaştırın**
2. Hareket ettirilemeyen yanabilir maddelerin üzerini **örtün**
3. Diğer hacimlere açılan pencereleri, menfezleri, boru çıkışlarını **sızdırmaz hale getirin**
4. Tehlike bölgesinde yanabilir maddeler varsa **söndürme araçlarını** hazır tutun.
5. Gerektiğinde **yangın gözetleme kulesinde** durarak birkaç saat gözetleyin.

HATA:

Yangından korunma zayıflar. Bu durumda sadece **İTFAİYE** yardım edebilir.

GÖSTERİM:**DİKKAT:**

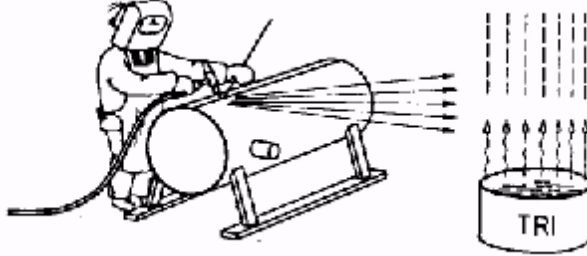
Metallerde yağ giderme için kullanılması halinde, klorlu hidrokarbonların buharlarını (trikloretilen, perkloretilen, tetraklorarbon gibi) arkın ışıma bölgesinden uzak tutunuz.

ÇÜNKÜ:

Temizleme maddesi olarak kullanılan klorlu hidrokarbonların buharları, arkın ultraviyole ışınları ile ayrışarak zehirli bir gaz olan FOSGEN oluşturur. Bu nedenle kaynak yapılan ortam, klorlu hidrokarbonlardan tamamen arındırılmış olmalıdır (bu maddelerin kullanıldığı bir **yağ giderme** tesisi olmamalıdır). Kaynak yapılacak içi

boş parçalar (boru vs.), bu çözücü maddelerin artıklarından temizlenmeden kaynak yapılmamalıdır.

GÖSTERİM:



DİKKAT:

Karoseri saçlarının tamiri amacıyla kaynak yapılacaksa, kaynaktan önce taşıttaki tüm yanıcı parçaları ve malzemeleri kaynak yerinin dışına çıkarınız. Gerekli durumlarda kullanmak üzere bir yangın söndürücü bulundurunuz.

ÇÜNKÜ:

1983'te bir otomobilin döşeme saçlarının kaynağı sırasında alt saçların muhafazası yanmaya başladı. Yakıt borusu uzakta değildi ve bir patlamayla parçalandı. Sonuçta oto yandı, tamirhane önemli şekilde hasar gördü ve kaynakçının elleri ağır şekilde yaralandı.

DİKKAT EDİLMEZSE:

Yaralanma ve yanık oluşur, hatalara önceden engel olunmalıdır çünkü sonradan giderilemezler.

GÖSTERİM:

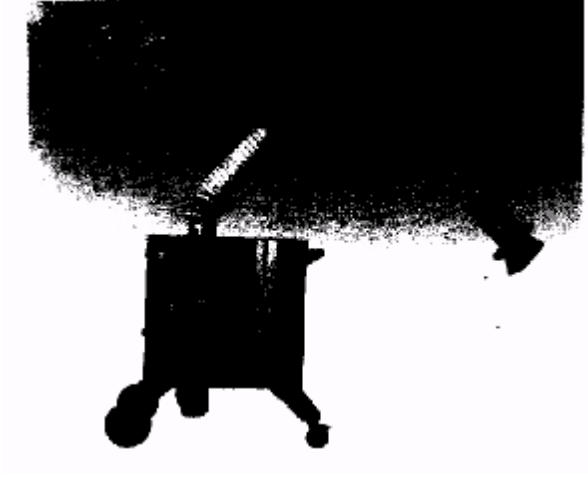


DİKKAT:

Kaynak yaparken teneffüs edilen atmosferi sağlığa zararlı maddelerden arındırınız. Bunun için, ortamı havalandırınız veya uygun cihazlarla zararlı atmosferi uzaklaştırınız.

GÖSTERİM:

Aşağıda bir duman emme cihazı gösterilmiştir.



AÇIKLAMA:

Aşağıda gerekli önlemler verilmiştir:

Yöntem	İlave malzeme ile					
	Alaşımsız ve düşük alaşımlı çelik, Alüminyum esaslı malzemeler		Yüksek alaşımlı çelik, Demirdışı metaller (alüminyum esaslı malzemeler hariç)		Kaplı çelik	
	Kısa süreli	Uzun süreli	Kısa süreli	Uzun süreli	Kısa süreli	Uzun süreli
TIG kaynağı (yerel)	F	T	F	T	F	T
TIG (genci)	F	F	F	T	F	T
MIG/MAG (yerel)	T	A	A	A	A	A
MIG/MAG (genel)	F	T	T	A	T	A
Plazma (yerel)	A	A	A	A	A	A
Plazma (genel)	F	T	T	A	T	T

F: serbest havalandırma (basınç veya sıcaklık farkı ile doğal havalandırma);
T: teknik havalandırma (makinayla hacim havalandırması, örneğin vantilatörle);
A: sağlığa zararlı maddelerin ortamdaki emilmesi;
yerel: düz hacim (kaynak kabini, kaynak masası, parça hariç yaklaşık 10 m²);
uzun süreli: günde yarım saatten fazla, haftada 2 saatten fazla anlamındadır.

9. BÖLÜM

GAZALTI ARK KAYNAĞI İÇİN AYAR DEĞERLERİ

Bu bölümde gazaltı ark kaynağının tüm yöntemleri için ağız hazırlıkları, geçerli ayar değerleri ve tüketim miktarları verilmiştir. Değerlerin tayininde "Ekonomiklik" kriteri ön planda tutulmuştur.

Bu değerlerin kullanımında, bunların özel bir kaynaklı işlem için veya özel kalite taleplerini yerine getirmesi gereken bir yönteme uygun olmadığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Yöntem: TIG - Kaynağı: 1)		Esas metal: Ayrıştırma yoluyla sertleştirilmeyen Alüminyum malzeme												
İmalat türü: Elle kaynak		İlave metal: SG-AlMg 5 veya SG-AlMg 4,5 Mn												
Dikiş türü: Alın dikişi		Sarf malzemesi: Koriyucu gaz TS EN 439 - II												
		Kaynak pozisyonu: w (PA)												
Parça kalınlığı	Dikiş türü	Ağız hazırlığı		Paso sayısı	Çalışma gerilimi	Kaynak akımı	Ayar değerleri				Tüketim değerleri			Açık lama
		Aralık	Ağız açısı				Kaynak hızı	Tel veya çubuk çapı	Koriyucu gaz	Kaynak tel	Koriyucu gaz	Esas süre		
mm		mm	derece		V	A	m/dak	mm	l/dk	g/m	l/m	dk/m	t _h	
1	I-dikişi	0	-	1		75	0,26	3	5	19	19	3,5		
1,5	I-dikişi	0	-	1		90	0,23	3	5	22	21	4,3		
2	I-dikişi	0	-	1		110	0,21	3	6	28	28	4,8		
3	I-dikişi	0	-	1		125	0,17	3	6	28	36	5,8		
4	I-dikişi	0	-	1		160	0,15	3	8	38	53	6,7		
5	I-dikişi	0	-	1		185	0,14	3	10	47	71	7,1		
5	V-dikişi (70°)	0	1	2		185	1.paso 0,14 2.paso 0,17	4	12	104	154	13,0		
6	I-dikişi	0	-	1		210	0,08	3	10	47	125	12,5		
6	V-dikişi (70°)	0	1	2		185	1.paso 0,10 2.paso 0,15	4	12	133	182	16,0		

Parça tamamen kaynak edilmeli yani kökte hafif bir aşırma oluşabilmelidir. Bu kaynak dikiş bölgesinde bir gergil oluşumuna sebep olabilir. Bu nedenle bu bölgede parça hareketi edemez. Kaynak ağzının alt kenarlarında hatırla pah kırılmalıdır. Kaynaktan kısa bir süre önce ağır kenaran. paslanmaz çelikten bir tel fırça ile fırçalanmalıdır. Soğuk yüzeyinde hiçbir yağ kalıntısı olmamalıdır. Bu amaçla klor içeren temizleme maddeleri kullanılmamalıdır.

1) Alternatif akım ile kaynak.

Parça tamamen kaynak edilmeli yani kökte hafif bir sarıma oluşabilir. Bu kaynak diğer bölgesinde bir gergililik kullanılmakla yapılabilir. Bu şekilde bu bölgede parça hareket edemez. Kaynak ağzının alt kenarlarında hafifçe pah kırılmalıdır. Kaynakta kısa bir süre önce ağız kenarları paslanmaz çelikten bir tel fırça ile fırçalanmalıdır. Seçilen yüzeyinde hiçbir yağ kalıntısı olmamalıdır. Bu amaçla klor içeren temizleme maddeleri kullanılmamalıdır.

1) Alternatif akımla kaynak.

Yöntem: TIG - Kaynağı: 1)		Esas metal: Ayrıştırma yoluyla sarıleştirilmeyen Alüminyum malzeme									
İmalat türü: Elle kaynak		İlave metal: SG-Al 99,5, SG-AlMg 5, SG-AlMg4 5Mn									
Dikiş türü: Alın dikişi		Sarf malzemesi: Koriyucu gaz TS EN 439 - II									
		Kaynak pozisyonu: s (PF)									
Parça kalınlığı	Dikiş türü	Ağız hazırlığı		Ağız açısı	Çalışma genişliği	Kaynak akımı	Ayar değerleri		Tüketim değerleri		Açıklama
		Aralık	Kökün yüksekliği				Kaynak hızı	Tel veya çubuk çapı	Koriyucu gaz	Kaynak telli	
mm		mm	mm	derece	V	A	m/dak	mm	l/dak	g/m	mm
4	I-dikişi	3	-	-		90	0,24	3	8	84	2 x 42
6	I-dikişi	4	-	-		110	0,20	3	10	108	2 x 50
8	I-dikişi	5	-	-		120	0,18	4	10	180	2 x 56
10	Çift V-dikişi	4	3	15		120	0,16	4	14	216	2 x 62
12	Çift V-dikişi	4	4	15		140	0,15	4	14	259	2 x 67
14	Çift V-dikişi	5	4	30		140	0,10	4	16	472	2 x 10
16	Çift V-dikişi	6	5	30		160	0,08	4	16	648	2 x 12,5

Dikkat:

Gerekli kök aralığının sağlanabilmesi için birleştirilecek her iki yarı parça da iyi bir şekilde puntalanmalı veya mekanik olarak tesbit edilmelidir. Falsız bir kaynak ve ağzın her iki tarafında sakın yanan iki ark için çarptır, her iki cihazın aynı faza bağlanmamasıdır (Boşta çalışma geriliminin iki katına çıkacağına dikkat edilmelidir.)

1) Çift taraflı aynı anda alternatif akımlı kaynak.

Yöntem: TIG - Kaynağı:		Esas metal: SE-Cu (Malzeme No: 2.0070) İlave metal: SG-CuSn (Malzeme No 2.1008)												
İmalat türü: Elle kaynak		Sarf malzemesi: Koriyuucu gaz TS EN 439 - I1												
Dikiş türü: Alım dikişı		Kaynak pozisyonu: w (PA)												
Parça kalınlığı	Dikiş türü	Ağız hazırlığı		Paso sayısı	Çalışma gerilimi V	Kaynak akımı A	Ayar değerleri		Tel veya çubuk çapı mm	Akım türü, kutuplama	Tüketim değerleri		Açıklama	
		Aralık mm	Kökün yüksekliği mm				Koriyuucu gaz	Uçak			Kaynak teli g/m	Koriyuucu gaz l/m		Esas süre t _h dakım
1,5	I-dikişı	1,0	-	1		120	7		2,0	= / EI -	50	24,5	3,5	280°C ye kadar ön tavlama
3,0	I-dikişı	2,0	-	1		185	8		3,0	= / EI -	78	32,0	4,0	
5,0	I-dikişı	3,0	-	2		270	8		4,0	= / EI -	187	52,0	6,5	

Yöntemle sınırlı önlemlerle ilgili: İnce saçların (yaklaşık 3 mm'ye kadar) TiG kaynağında en iyi nok oluşumu, hafifçe meyilli paso çekilerek oluşturulabilir. Kalın parçalar üzerine doldurma kaynağında, tamir-bakım kaynağında, özel durumlarda koriyuucu gaz olarak helyum kullanımlıdır (Örnek: Parça kalınlığı 10 mm, kaynak akımı 280 A, çubuk çapı 4 mm, koriyuucu gaz debisi 25 l/dak, ön tavlama).

Yöntemle sınırlı ölçümlerle ilgili: İnce saçların (yaklaşık 3 mm'ye kadar) TIG kaynağında en iyi kök oluşumu, hafife meyilli paso çekilerek oluşturulabilir. Kalın parçalar üzerine doldurma kaynağında, tamir-bakım kaynağında, özel durumlarda koriyuucu gaz olarak helyum kullanılmaktadır (Örnek: Parça kalınlığı 10 mm, kaynak akımı 280 A, çubuk çapı 4 mm, koriyuucu gaz debisi 25 l/dak, ön tavlamasız.

Yöntem: MIG - Kaynağı		Esas metal: Alüminyum ve düşük alaşımlı alüminyum malzeme											
İmalat türü: Kısmi mekanik		İlave metal: SG-ALMg 5, SG-ALMg4.5Mn											
Dikiş türü: Alın dikişi		Sarıf malzemesi: Koruyucu gaz TS EN 439 - I1											
		Kaynak pozisyonu: w (PA)											
Parça kalınlığı	Dikiş türü	Ağız hazırlığı		Paso sayısı	Çalışma gerilimi	Ayar değerleri			Tüketim değerleri			Açık lama	
		Aralık	Kökün yüksekliği			Kaynak akımı	Tel ilerleme hızı	Tel elektrod çapı	Koruyucu gaz	Kaynak teli	Koruyucu gaz		Esas süre t ₀
mm		mm	mm		V	A	m/dak	mm	l/dak	g/m	l/m	dklm	
5	I-dikişi	0		1	25	140	4,3	1,6	18	77	60	3,3	
5	V-dikişi (70°)	0	1,5	1	22	160	5,6	1,6	18	126	75	4,2	
6	I-dikişi	0		1	26	230	7,1	1,6	18	147	66	3,9	
6	V-dikişi (70°)	0	1,5	1	22	170	8,0	1,6	18	147	81	4,6	G:
8	V-dikişi (70°)	0	1,5	2	26	220	6,8	1,6	18	183	90	5,0	kökün oyulup yeni- den kaynak yapılması
10	V-dikişi (60°)	0	2	3:	26	220	8,2	1,6	20	191	109	1,9	
				1	24	170	8,0	1,6	20			1,6	
				2	26	230	7,2	1,6	20			1,9	
				G									

Dikkat:

Tam nüfuziyet için tek taraflı dikişlerde uygun bir süre önce ağız kenarları, paslanmaz çelikten bir tel fırça ile fırçalanmalıdır. Kaynak ağzının alt kenarına hafifçe polt konmalıdır. Kaynakları kısa bir süre önce ağız kenarları, paslanmaz çelikten bir tel fırça ile fırçalanmalıdır. Saçların yüzeyinde hiçbir yağ kalıntısı olmamalıdır. Bu amaçla nitratri çözetiler ve aseton kullanılabilir (Klor içeren temizleme maddeleri kullanılmamalıdır).

Dikkat:

Tam nüfuziyet için tek taraflı dikişlerde uygun bir altlık kullanılmamalıdır. Karşı taraftan kaynak yapılacaksa, ilk olarak kök oyulmalıdır. Kaynak ağzının alt kenarında hafifçe pah kırılmalıdır. Kaynakta kısa bir süre önce ağız kenarları, paslanmaz çelikten bir tel fırça ile fırçalanmalıdır. Sağların yüzeyinde hiçbir yağ kalması olmamalıdır. Bu amaçla nitratri çözeltiler ve aseton kullanılabilir (klor içeren temizleme maddeleri kullanılmamalıdır).

Yöntem: MIG - Kaynağı:		Esas metal: Alüminyum ve düşük alaşımlı alüminyum malzeme										
İmalat türü: Kısmi mekanik		İlave metal: SG-ALMg 5, SG-ALMg4,5Mn										
Dikiş türü: Alın dikişi		Sarf malzemesi: Koriyuucu gaz TS EN 439 - II										
		Kaynak pozisyonu: w (PA)										
Parça kalınlığı	Dikiş türü	Ağız hazırlığı		Paso sayısı	Çalışma gerilimi	Kaynak akımı	Ayar değerleri			Tüketim değerleri		Açıklama
		Aralık	Kökün yüksekliği				Tel ilerleme hızı	Tel elektrod çapı	Koriyuucu gaz	Kaynak teli	Koriyuucu gaz	
mm		mm	mm		V	A	m/dak	mm	l/dak	g/m	l/m	dağıtım
12	V-dikişi (60°)	0	1,5	3	26	240	13,7	1,2	23	340	185	2,6
				1	26	220	12,2	1,2	23			3,0
				2	28	250	15,6	1,2	23			2,5
				G								
12	V-dikişi (60°)	0	1,5	2	27	260	3,6	2,4	25	346	189	4,0
				1	27	260	3,9	2,4	25			3,6
				2								

Dikkat:

Tam nüfuziyet için tek taraflı dikişlerde uygun bir zıllık kullanılmalıdır. Karşı taraftan kaynak yapılacaktır. İlk olarak kök oyulmalıdır. Kaynak ağzının alt kenarlarında hafifçe pah kılınmalıdır. Kaynakta kısa bir süre önce ağır kenarları, paslanmaz çelikten bir tel fırça ile fırçalanmalıdır. Sağların yüzeyinde hiçbir yağ kalmaması gerekmektedir. Bu amaçla nitraltı çözütliler ve aseton kullanılabılır (dör içeren temizleme maddeleri kullanılmamalıdır).

Dikkat:

Tam nüfuziyet için tek taraflı dikişlerde uygun bir ağız hazırlığı kullanılmalıdır. Karşı taraftan kaynak yapılacaksa, ilk olarak kök oyulmalıdır. Kaynak ağzının alt kenarlarında hafifçe pah kılınmalıdır. Kaynakta kısa bir süre önce ağız kenarları, paslanmaz çelikten bir tel fırça ile fırçalanmalıdır. Sağlam yüzeyinde hiçbir yağ kalıntısı olmamalıdır. Bu amaçla nitraltı çözeltiler ve aseton kullanılabilir (dör içeren temizleme maddeleri kullanılmamalıdır).

Yöntem: Kalın teli MIG - Kaynağı		Esas metal: AlMg 4,5 Mn											
İmalat türü: Tam mekanik		İlave metal: SG - AlMg 4,5 Mn											
Dış türü: Alın dikışı		Sarf malzemesi: Korumucu gaz TS EN 439 - I1 veya I2											
		Kaynak pozisyonu: w (PA)											
Parça kalınlığı	Dış türü	Ağız hazırlığı		Paso sayısı	Çalışma gerilimi	Ayar değerleri			Tüketim değerleri			Açıklama	
		Aralık	Kökün yüksekliği			Kaynak akımı	Tel ilerleme hızı	Tel elektrod çapı	Korumucu gaz	Kaynak teli	Korumucu gaz		Esas süre
mm		mm	mm		V	A	mm/dak	mm	l/dak	g/m	l/m	% dakım	
20	Çift Y- dikışı (120°)	0	9	2	25	400	4,0	3,2	35	540	217	6,2	
30	Çift Y- dikışı (140°)	0	14	2	27	450	4,6	3,2	40	810	324	8,1	
40	Çift Y- dikışı (140°)	0	14	2	29	520	5,1	4,0	45	907	369	8,2	

Dikkat:

Yöntem, daha iyi bir nüfuzyet eldesi için terolhan Argon/Helyum altında uygulanmalıdır. Verilen değerler 1:1 oran için geçerlidir. Daha yüksek Helyum kısmı için veya saf Helyum için de kullanılabilir ancak bu durumda tutuşma zorluğuna dikkat edilmelidir. Bu durumda belirtilen saç kalınlık alanı ön ve karşı paso tekniğiyle uygulanabilir. Karşı paso için kdk uygulanmaz. Daha ince perçalarda ellilik tek taraflı kaynak da uygulanabilir, ancak bu durumda daha büyük açılarla bütülmeye dikkat edilmelidir. Kaynaktan kısa bir süre önce paslanmaz bir çelik tel fırça ile ağızlar fırçalanmalıdır.

Dikkat:

Yöntem, daha iyi bir nüfuzyet eldesi için tercihli Argon/Heiyum altında uygulanmalıdır. Verilen değerler 1:1 oran için geçerlidir. Daha yüksek Heiyum kısmı için veya saf Heiyum için de kullanılabilir ancak bu durumda tutuşma zorluğuna dikkat edilmelidir. Bu durumda belirtilen sağ kalınlık alanı ön ve karşı paso tekniğiyle uygulanabilir. Karşı paso için kök oyulmaz. Daha ince perçalarda altıkkı tek taraflı kaynak da uygulanabilir, ancak bu durumda daha büyük açılarla bütülmeye dikkat edilmelidir. Kaynakten kısa bir süre önce paslanmaz bir çelik tel fırça ile ağızlar fırçalanmalıdır.

Yöntem: MAG - Kaynağı		Esas metal: Alaşmsız yapı çeliği														
İmalat türü: Kısmi mekanik		İlave metal: Tel elektrod SG 2 TS 5818 - DIN 8559; EN 479 - G 3 Si 2														
Dikiş türü: Alın dikişi		Sarf malzemesi: Koriyucu gaz TS EN 439 - M21														
		Kaynak pozisyonu: f (PG) veya s (PF) tavsiye edilen aralığa bakınız														
Parça kalınlığı	mm	Ağız hazırlığı				Tel elektrod çapı	Çalışma gerilimi	Ayar değerleri					Tüketim değerleri			Korlak bonusu mesafesi s (K ¹)
		Dikiş türü	Ara-lık	Kökün yüksekliği	Kaynak pozisyonu			Kaynak akımı	Tel besleme hızı	Koriyucu gaz	Pasaj sayısı	Kaynak teli	Koriyucu gaz	Esas süre t _h		
	mm	mm	mm	mm		V	A	m/dak	l/dak	g/m	l/m	dkim	mm			
1,5	I-dikişi	1,0	-	-	PG	0,8	18	110	5,1	10	1	31	15	1,5		
2	I-dikişi	1,5	-	-	PG	0,8	18,5	130	7,1	10	1	46	16	1,8		
2	I-dikişi	1,5	-	-	PG	0,8	18,5	125	4,2	10	1	45	17	1,7		
3	I-dikişi	2,0	-	-	PG	0,8	19	130	7,2	10	1	61	22	2,2		
3	I-dikişi	2,0	-	-	PG	1	19	130	4,7	10	1	52	21	2,1		
4	I-dikişi	2,5	-	-	PG	1	20	160	5,4	10	1	88	26	2,6		
5	V-dikişi	2,0	50	50	PG	1	18,5	130	4,7	12	2	193	74	6,1		
6	V-dikişi	2,0	50	50	PG	1	18,5	130	4,7	12	2	240	90	7,6		
8	V-dikişi	2,0	50	50	PF	1	19,5	170	5,5	12	2	405	210	17,4		
10	V-dikişi	2,5	50	50	PF	1	18	120	4,4	12	2	603	262	21,8		
12	V-dikişi	2,5	50	50	PF	1	17,5	100	3,7	12	3	797	340	28,3		
15	V-dikişi	3,0	50	50	PF	1,2	18,5	130	3,2	12	3	1290	440	36,7		
						19,5	160	4,2						10,15		

Dikkat: Yönteme bağlı olan sferler hakkında: Yönteme bağlı olan sferler (sıgırmaların uzaklaştırılması, gaz memesinin temizlenmesi, tel maskasının değiştirilmesi vs.) 1 mm % 20 ile % 40'i arasındadır. Her bir değeri (alacak, çıkartılacak, montaj) miktarına ve dolayısıyla koriyucu gaz türüne ve ayar değerlerine bağlıdır.

Dikkat:
Yönteme bağlı yan süreler hakkında: Yönteme bağlı yan süreleri (sıcramaların uzatılması, gaz meşalinin temizlenmesi, tel maskasının değiştirilmesi vs.) t_h nin % 20 ile % 401 arasıdır. Hangi değerler olacağı, elemanların miktarına ve dolayısıyla koriyucu gaz türüne ve ayar değerlerine bağlıdır.

Yöntem: MAG - Kaynağı:			Ecaas metal: Alaşimsız yapı çeliği										
İmalat türü: Kısmi mekanik			İlave metal: Tel elektrod TS 5618 - DIN 8559 SG 2; EN 440 - C3Si1										
Dikiş türü: İçköşe dikişi			Sarf malzemesi: Korumucu gaz TS EN 439 - M21										
İç köşe dikiş kalınlığı a mm	Ağız hazırlığı			Tel elektrod çapı mm	Çalışma gerilimi V	Ayar değerleri				Tüketim değerleri			Açıklama
	Dikiş türü	Ara-lık mm	Kökün yüksekliği mm			Kaynak pozisyonu	Kaynak akımı A	Tel besleme hızı m/dak	Korumucu gaz	Paso sayısı	Kaynak teli g/m	Korumucu gaz l/m	
2	İçköşe dikişi	-	-	h (PB)	20	105	7,3	10	1	44	15	1,5	
2	İçköşe dikişi	-	-	f (PB)	19,5	100	7,1	10	1	45	16	1,6	
3	İçköşe dikişi	-	-	h (PB)	22,5	215	10,6	10	1	90	14	1,4	
3	İçköşe dikişi	-	-	f (PB)	21,5	210	9,0	10	1	86	15	1,5	
3,5	İçköşe dikişi	-	-	f (PB)	19,5	190	4,2	15	1	100	40	2,7	
4	İçköşe dikişi	-	-	h (PB)	23	220	10,7	10	1	140	21	2,1	
4	İçköşe dikişi	-	-	h (PB)	26	260	9,2	15	1	142	26	1,7	
5	İçköşe dikişi	-	-	h (PB)	29,5	300	9,5	15	1	216	36	2,6	
5	İçköşe dikişi	-	-	f (PB)	19,5	190	4,2	15	3	210	84	5,6	
6	İçköşe dikişi	-	-	h (PB)	29,5	300	9,5	15	1	300	53	3,5	
6	İçköşe dikişi	-	-	h (PB)	34	365	6,3	15	1	300	45	3,0	
6	İçköşe dikişi	-	-	s (PF)	18	115	4,7	10	1	265	101	10,1	
7	İçköşe dikişi	-	-	h (PB)	29,5	300	9,5	15	3	360	69	4,8	
7	İçköşe dikişi	-	-	w (PA)	35	420	7,2	15	1	360	51	3,4	
7	İçköşe dikişi	-	-	s (PF)	18	115	4,7	10	1	410	143	14,3	
8	İçköşe dikişi	-	-	h (PB)	29,5	300	9,5	15	3	545	97	6,4	
8	İçköşe dikişi	-	-	s (PF)	16,5	130	4,6	10	2	548	180	18,4	
10	İçköşe dikişi	-	-	h (PB)	29,5	300	9,5	15	6	605	143	8,5	
10	İçköşe dikişi	-	-	h (PB)	34	360	6,4	15	3	802	119	7,9	
10	İçköşe dikişi	-	-	s (PF)	19	165	4,2	15	2	622	330	22,0	

Dikkat: Yönteme bağlı olan süreler (a) açmaların uzaklaştırılması, gaz memesinin temizlenmesi, tel makarasının dağıtılması vs.) 1 min % 20 ila % 40' i arasındadır. Hangi değeri elecağı, açmaların miktarına ve dolayısıyla koruyucu gaz türüne ve ayar değerlerine bağlıdır.

Dikkat:

Yönteme bağlı yan sürerler hakkında: Yönteme bağlı yan sürerler (sıçramaların uzaklaştırılması, gaz memesinin temizlenmesi, tel makarasının değiştirilmesi ve) 1, mm % 20 ila % 40'ı arasındadır. Hangi değeri alecağı, sıçramaların miktarına ve dolayısıyla koruyucu gaz türüne ve ayar değerlerine bağlıdır.

Yöntem: MAG - Kaynağı		Esas metal: X5CrNiTi 18 10 (Malzeme No. 1.5441/ X2CrNi19 11 (Malzeme No. 1.4308)										
İmalat türü: Kısımlı mekanik		İlave metal: SG X5CrNiNb 19 9 / SG X 2 CrNiTi 19 9 DIN 8559										
Dikiş türü: İç köşe dikişi		Sarf malzemesi: Korumucu gaz TS EN 439 - M12										
İç köşe dikiş kalınlığı a mm	Dikiş türü	Kaynak pozisyonu	Paso düzeni veya sayısı	Tel elektrod çapı mm	Ayar değerleri				Tüketim değerleri			Açıklama
					Çalışma gerilimi V	Kaynak akımı A	Tel besleme hızı m/dak	Korumucu gaz l/dak	Kaynak teli g/m	Korumucu gaz l/m	Esas süre t _s dak/m	
2	İç köşe dikişi	h (PB)	-	0,8	17	100	6,5	10	38	15	1,5	
2	İç köşe dikişi	f (PG)	-	0,8	18	110	7	10	38	14	1,5	
3	İç köşe dikişi	h (PB)	-	1	24	200	9	12	84	18	1,5	
3	İç köşe dikişi	f (PG)	-	1	22	186	8,5	12	82	16	1,5	
4	İç köşe dikişi	h (PB)	-	1	26	220	10,4	15	135	32	2,1	
4	İç köşe dikişi	f (PG)	-	1	22	196	9	12	128	28	2,3	
5	İç köşe dikişi	h (PB)	-	1,2	28	250	8	15	200	42	2,8	
6	İç köşe dikişi	h (PB)	3 dar paso	1,2	28	250	8	15	310	88	4,4	

Kontak borusu mesafesi (sarbast elektrod boyu) : kısa aralıkta 10 - 15 mm
sprey aralıkta 18 mm

Kontak borusu mesafesi (erbest elektrod boyu) : kısa arkta 10 - 15 mm
 spray arkta 18 mm

Yöntem: MAG - İnce sac kaynağı				Esas metal: İnce sac (DIN 1623 Kısım 2)			
İmalat türü: Kısmi mekanik				İlave metal: Tel elektrod SG 2 TS 5618-DIN 8559 - G3Si1 - EN 440 2)			
Dikiş türü: Alın dikişi				Sarf malzemesi: Korumucu gaz TS EN 439 - M21			
				Kaynak pozisyonu: w (PA), f (PG); tavsiye edilen aralığa bakınız			
Parça kalınlığı	Ağız hazırlığı			Ayar değerleri			
	Dikiş türü	Aralık	Kaynak pozisyonu	Tel elektrod çapı	Çalışma gerilimi	Kaynak akımı	Tel besleme hızı
mm		mm		mm	V	A	mm/dak
1	I-dikişi	0	f (PG)	0,8	18	70	3,8
1	I-dikişi	0,5	f (PG)	0,8	16	55	2,8
1	I-dikişi	0	w (PA)	0,8	15	70	3,8
1	I-dikişi	0,5	w (PA)	0,8	16	55	2,8
1,5	I-dikişi	0,5	f (PG)	0,8	17	90	5,2
1,5	I-dikişi	1	f (PG)	0,8	17	90	5,2
1,5	I-dikişi	0,5	w (PA)	0,8	17	90	5,2
1,5	I-dikişi	1	w (PA)	0,8	17	90	5,2
				Tüketim değerleri 1)			
				Kaynak teli	Korumucu gaz	Esas süre	Açıklama
				g/m	l/m	dk	
				30	16	2	
				28	20	2,5	
				30	16	2	
				28	20	2,5	
				45	18	2,2	
				51	20	2,5	
				49	19	2,4	
				51	20	2,5	

1) Bu değerler otomotiv sanayinde bakım onarım kaynağı için geçerlidir. Buradaki ayar değerleri, pek çok farklı kaynak işlemleri nin mümkün olan en düşük ayarlarla çözülebilecek şekilde seçilmiştir.

2) Kaynak değerleri SG3 DIN 8559 TS 5618 - G 3 Si 2 EN 440 için de geçerlidir.

Yöntem: MAG - İnce sac kaynağı		Esas metal: İnce sac (DIN 1623 Kısım 2)											
İmalat türü: Kısmi mekanik		İlave metal: Tel elektrod SG 2 TS 5618-DIN 8559 - G3S11 - EN 440 2)											
Dikiş türü: Alın dikişi		Sarf malzemesi: Koriyuucu gaz TS EN 439 - M21											
		Kaynak pozisyonu: w (PA), f (PG), p (PC) veya h (PB); tavsiye edilen aralığa bakınız											
Par- ça kalın- lığı	mm	Ağız hazırlığı		Tel elektrod çapı mm	Çalış- ma gerilimi V	Kaynak akımı A	Ayar değerleri 1)			Tüketim değerleri 2)			Açıklama
		Dikiş türü	Kaynak pozisyonu				Tel besleme hızı m/dak	Koru- yucu gaz	Kaynak hızı cm/dak	Kaynak teli g/m	Koriyuucu gaz l/m	Esas süre t _h dak/m	
0,66	İç köşe dikişi	f (PG)		0,8	15	50	2,5	8	40	22	20	2,5	Blindleme bağlantıda iç köşe dikişi
		w (PA)		0,8	15	50	2,5	8	40	22	20	2,5	
		q (PC)		0,8	15	50	2,5	8	40	22	20	2,5	
		f (PG)		0,8	16	60	3,2	8	46	27	17	2,17	
0,75	İç köşe dikişi	w (PA)		0,8	16	60	3,2	8	42	30	19	2,36	
		q (PC)		0,8	16	60	3,2	8	38	33	21	2,63	
		f (PG)		0,8	17	65	3,8	8	42	36	19	2,36	
		w (PA)		0,8	17	65	3,8	8	40	38	20	2,5	
1,0	İç köşe dikişi	q (PC)		0,8	17	65	3,8	8	36	42	22	2,76	
		f (PG)		0,8	18	100	5,6	8	47	47	17	2,13	
		w (PA)		0,8	18	100	5,6	8	44	50	19	2,27	
		q (PC)		0,8	18	100	5,6	8	40	55	20	2,5	
1,0	İç köşe dikişi	f (PG), w (PA) h (PB)		0,8	17	65	3,8	8	38	40	21	2,63	T- bağlantıda tek taraflı iç köşe dikişi
		f (PG), w (PA) h (PB)		0,8	17	65	3,8	8	34	44	24	2,94	
1,5	İç köşe dikişi	f (PG), w (PA) h (PB)		0,8	18	115	7,2	8	50	57	16	2,00	
		f (PG), w (PA) h (PB)		0,8	18	115	7,2	8	45	63	16	2,22	

1) Bu değerler otomotiv sanayinde bakım onarım kaynağı için geçerlidir. Buradaki ayar değerleri, pek çok farklı kaynak işlemleri için mümkün olan en düşük ayarlara çözülebilecek şekilde seçilmiştir.

2) Kaynak değerleri SG3 DIN 8559 TS 5618 - G 3 S12 EN 440 için de geçerlidir.

1) Bu değerler otomatik olarak bakım onarım kaynağı için geçerlidir. Buradaki diğer değerleri, pek çok farklı kaynak işlemleri için mümkün olan en düşük ayarlara ayarlanarak belirlenmelidir.

2) Kaynak değerleri SG 3 DIN 8559 TS 5615 - G 3 S1 2 EN 440 için de geçerlidir.

Yöntem: MAG - İnce saç kaynağı		Esas metal: Alaşimsız ve düşük alaşımlı yapı çelikleri, saç kalınlığı > 10 mm									
İmalat türü: Kısmi mekanik		İlave metal: Özlü tel elektrod SG R1 ve SG B1 - DIN 8559									
Dış türü: Alın dikliği, içkışe dikliği, kök dikliği		Sarf malzemesi: Koruyucu gaz TS EN 439 - M21									
		Kaynak pozisyonu: h (PB), w (PA), s (PF)									
Kaynak pozisyonu	EN 439 koruyucu gaz türü	Özlü tel elektrod 1,2 mm			Özlü tel elektrod 1,4 mm			Özlü tel elektrod 1,6 mm			
		Tel ilerleme hızı	Çalışma gerilimi	Kaynak akımı	Tel ilerleme hızı	Çalışma gerilimi	Kaynak akımı	Tel ilerleme hızı	Çalışma gerilimi	Kaynak akımı	
		m/dak	V	A	m/dak	V	A	m/dak	V	A	
nülü özlü tel elektrod	Kök	M 21	3,25...4,75	18...20	100...140	4,5...6	22...24	180...230	3,5...4,5	22...24	180...240
	s (PF)	M 23	6...8,5	22...24	180...230	8...10,5	26...28	270...320	8,5...10	28...31	300...400
	h (PB)		10...12,5	26...28	250...300	8...10,5	26...28	270...320	6,5...10	28...31	300...400
	w (PA)		10...12,5	26...28	250...300	8...10,5	26...28	270...320			
	Kök	C	3,25...4,75	20...22	100...140	4,5...6	24...26	180...230	3,5...4,5	24...26	180...240
	s (PF)		6...8,5	24...26	180...230	8...10,5	28...30	270...320	8,5...10	30...33	300...400
	h (PB)		10...12,5	28...30	250...300	8...10,5	28...30	270...320	6,5...10	30...33	300...400
	w (PA)		10...12,5	28...30	250...300	8...10,5	28...30	270...320			
Kontakt borusu mesafesi		15 mm			20 mm			25 mm			
bazık özlü tel elektrod											
	Kök	M 21	3,25...4	19...20	100...120	3...4	20...22	120...150			
	s (PF)	M 23	4...5	20...22	120...150	8...10,5	26...28	270...320	6,5...10	28...31	300...400
	h (PB)		10...12,5	26...28	250...300	8...10,5	26...28	270...320	6,5...10	28...31	300...400
	w (PA)		10...12,5	26...28	250...300	8...10,5	26...28	270...320			
	Kök	C	3,25...4	21...22	100...120	3...4	22...24	120...150			
	s (PF)		4...5	22...24	120...150	8...10,5	28...30	270...320	6,5...10	30...33	300...400
	h (PB)		10...12,5	28...30	250...300	8...10,5	28...30	270...320	6,5...10	30...33	300...400
	w (PA)		10...12,5	28...30	250...300	8...10,5	28...30	270...320			
Kontakt borusu mesafesi		15 mm			20 mm			25 mm			

1) Bu değerler otomotiv sanayinde bakım onarım kaynağı için geçerlidir. Buradaki ayar değerleri, pek çok farklı kaynak işlemi için mümkün olan en düşük ayarları göstermektedir.

2) Kaynak değerleri SG3 DIN 8559 TS 5918 - G 3 Si 2 EN 440 için de geçerlidir.

1) Bu değerler otomotiv sanayinde bakım onarım kaynağı için geçerlidir. Buradaki ayar değerleri, pek çok farklı kaynak işlemi için mümkün olan en düşük ayarlara ayarlanabilir.

2) Kaynak değerleri SG3 DIN 8559 TS 5618 - G 3 S; 2 EN 440 için de geçerlidir.

Yöntem: Ozlü tellerle MAG kaynağı		Esas metal: Alaşımız ve düşük alaşımlı yapı çelikleri									
İmalat türü: Kısmi mekanik		İlave metal: SG R1 - DIN 8559									
Dikiş türü: Aın dikiş		Sarf malzemesi: Korumucu gaz TS EN 439 - M21									
		Kaynak pozisyonu: w (PA)									
Saç kalınlığı	Ağız hazırlığı 1)	Ayar değerleri					Tüketim değerleri 1)				
		Tel elektrod çapı	Çalışma gerilimi V	Kaynak akımı A	Kontak borusu mesafesi mm	Tel besleme hızı mm/dak	Koruyucu gaz	Kaynak teli 2)	Koruyucu gaz	Esas süre t _k dak/m	Açılma Dikiş yapış için tavsiyeler
mm	mm	mm	V	A	mm	mm/dak	mm	g/m	l/m	dak/m	
10	V 60°	2	26	250	15	10	15	595	120	8,1	Kök paso + 2 paso
15	V 60°	2	28	300	20	10	15	1355	225	15,1	Kök paso + 5 paso
20	Çift V 60°	2	33	400	25	10,5	15	1380	185	10,9	Kök paso + 8...7 paso
22	V 60°	2	33	400	25	10,5	15	2500	300	19,8	Kök paso + 8 paso
28	Çift V 60°	2	33	400	25	10,5	15	2560	305	20,2	Kök paso + 8...10 paso

1) Seramik altıda banyo emniyetli sağlanmış veya karşı taraf oyulup kaynak edilmelidir.

2) Ozlü tellerle alaşımlanmaya dikkat edilmelidir.

Yöntem: Özlü telle MAG kaynağı			Esas metal: Alaşimsız ve düşük alaşımlı yapı çelikleri									
İmalat türü: Kemi mekanik			İlave metal: SG R1 - DIN 8559									
Dikiş türü: Alın dikiş			Sarf malzemesi: Koriyucu gaz TS EN 439 - M21									
			Kaynak pozisyonu: s (PF)									
Saç kalın	Ağız hazırlığı 1)	Tel elektrod çapı mm	Ayar değerleri					Tüketim değerleri 1)			Açıklama	
			Paso sayısı	Çalışma gerilimi V	Kaynak akımı A	Kontak borusu mesafesi mm	Tel besleme hızı m/dak	Koriyucu gaz 2)	Kaynak teli 3)	Koriyucu gaz		Esas süre t _h dak/m
6	V 60°	2	1,2	21..22	160...180	15	6...8,5	15	300	135	9	TIG ile kaynaklı kök üzerine 1 paso
18	Çift V 60°	2	1,2	22	180 200...220	15	6...8,5	15	1350	485	31	TIG ile kaynaklı kök üzerine 4...5 paso
22	V 50°	3	1,2	22	180 220...240	15	6...8,5	15	2270	675	45	TIG ile kaynaklı kök üzerine 5 paso
24	Çift V 60°	3	1,2	22..23	180 200...220	15	6...8,5	15	2080	690	46	TIG ile kaynaklı kök üzerine 6 paso
30	Çift V 50°	3	1,2	22..23	180 200...220	15	6...8,5	15	2760	900	60	TIG ile kaynaklı kök üzerine 7 paso

1) V-dikişlerinde banyo emniyeti, elle TIG kaynağı yapılmış kök paso tarafından sağlanır (bunun için gerekli değerleri tabloda verilmemiştir). Çift V dikişler karşı taraftan oyulup tekrar kaynak edilir.

2) Uygun yerel azaltma oranlarında B ile 1,2 l/dak mümkündür.

3) Özlü telle alaşımlanmaya dikkat edilmelidir.

1) V-dikişlerinde banyo emniyeti, elle TIG kaynağı yapılmış kök paso tarafından sağlanır (bunun için gerekli zaman ve tüketim değerleri tabloda verilmemiştir), Çift V dikişler karşı taraftan oyulup tekrar kaynak edilir.

2) Uygun yerel azaltma oranlarında B ile 1,2 l/dak mümkündür.

3) Özlü telle alaşımlanmaya dikkat edilmelidir.

FAYDALANILAN ESERLER

- [1] ANIK, S., ANIK, E.S., VURAL, M., "1000 Soruda Kaynak Teknolojisi El Kitabı-Cilt 1-Kaynak Yöntemleri ve Donanımları", Birsen Yayınevi, 1993, İstanbul
- [2] ANIK, S., "Kaynak Tekniği- Cilt 2- Tozaltı ve Koruyucu Gazla Kaynak", İ.T.Ü. Kütüphanesi Yayını, Yayın No: 1217, 1982, İstanbul
- [3] ANIK, S., "Koruyucu Gazla Kaynak", İ.T.Ü. Kütüphanesi Yayını, Yayın No: 486, 1962, İstanbul
- [4] ANIK, S., DORN, L., "Scweisseignung metallischer Werkstoffe", Fachbuchreihe Schweisstechnik Band 122, DVS-Verlag, 1995, Düsseldorf,
- [5] ANIK, S., ANIK, E.S., VURAL, M., "Malzeme Bilgisi ve Muayenesi" (W.weissbach'tan tercüme), Birsen Yayınevi, 5.Baskı, 1996,
- [6] TÜLBENTÇİ, K., "MIG-MAG Eriyen Elektrodla Gazaltı Kaynağı", Gedik Holding Yayını, 1991
- [7] AICHELE, G., SMITH, A.A., "MAG-Schweissen", DVS-Verlag, Fachbuchreihe Schweiss technik Band 67, 1975, Düsseldorf, Almanya,
- [8] AICHELE, G., "Schutzgasschweissen - Verfahren - Anwendung Wirtschaftlichkeit", Messer Griesheim, 1982, Frankfurt, Almanya,
- [9] N.N., "Welding Handbook-Vol.2-Welding Processes", AWS 1991, USA,
- [10] KRUGER, J., "Orbitalschweissen von Rohr-Rohr und Rohr-Boden-Verbindung", Jahrbuch Schweisstechnik '95, DVS-Verlag, 1995 Düsseldorf, Almanya,
- [11] LAHNSTEINER, R., "T.I.M.E. Prozess-Was ist Das?", Jahrbuch Schweisstechnik '95, DVS-Verlag, 1995 Düsseldorf, Almanya,
- [12] LAHNSTEINER, R., "T.I.M.E.: A Process Whose Time has come", Uluslararası Kaynak Teknolojisi'96 Sempozyumu, Gedik Eğitim Vakfı, 1996, Bildiriler Kitabı, s. 126-136
- [13] POMASKA, H.U., "MAG-Schweissen-Kein Buch mit sieben Siegeln", Linde Technische Gase, 1989, München, Almanya,
- [14] AICHELE, G., "116 Arbeitsregeln für das Schutzgasschweissen", DVS-Verlag, Die Schweisstechnische Praxis Band 14, 1993, Düsseldorf, Almanya,
- [15] BAUM, L, FICHTER, V., "Der Schutzgasschweisser", DVS-Verlag, Die Schweisstechnische Praxis Band 12, 1982, Düsseldorf, Almanya
- [16] KILLING, R., "Handbuch der Schweissverfahren-Teil 1: Lichtbogenschweissverfahren", DVS-Verlag, Fachbuchreihe Schweisstechnik, Band 76, 1991, Düsseldorf, Almanya
- [17] AICHELE, G., "Leistungskennwerte für Schweissen und Schneiden", DVS-Verlag, Fachbuchreihe Schweisstechnik Band 72, 1993, Düsseldorf, Almanya
- [18] ANIK, S., DİKİCİOĞLU, A., VURAL, M., "Birleştirme Yöntemleri Arasında Kaynak Tekniğinin Yeri", Meta 44, Haziran 1992, Sayı 15, s. 18-20
- [19] ANIK, S., "MIG-MAG Kaynağında Dikiş Formunu Etkileyen Faktörler", Metal ve Kaynak, Yıl:2, Sayı:9, 1989, s.16-21
- [20] ANIK, S., "Gazaltı Kaynağında Helyum mu, Argon mu?", Gedik Kaynak Dünyası, Haziran 1989, s. 11-

14

- [21] ANIK, S., KURŞUNGÖZ, N., VURAL, M., CEYHUN, V., "Alüminyum ve Alaşımlarının Kaynağında Nokta ve TIG-MIG Kaynağı", 2.Raylı Taşıt Sempozyumu, 24-26 Kasım 1991, Eskişehir, Bildiriler Kitabı, s.141-149
- [22] ANIK, S., VURAL, M., MEMİK, A., AKBAŞ, C., "Alüminyum ve Alaşımlarının TIG Kaynağında Oluşan Hatalar", Metal ve Kaynak, Nisan 1992, Yıl 3, Sayı 32, s.27-34,
- [23] ANIK, S., "Kaynak Hataları ve Giderilmesi", Türk Kaynak Cemiyeti Yayını, No:2, 1960
- [24] ANIK, S., DİKİCİOĞLU, A., VURAL, M., "Kaynaklı Alüminyum ve Alaşımlarının Alevle Düzeltme Esasları", Metal ve Kaynak, Ağustos 1992, Sayı 36, s.31-34,
- [25] ANIK, S., ÖĞÜR, A., CEYHUN, V., "Gazaltı Kaynak Yöntemlerinde Kullanılan Gazlar ve Uygulamadaki Yeri", 2.Balıkesir Mühendislik Sempozyumu, 30-31 Mayıs 1991, Bildiriler Kitabı, s. 17-27,
- [26] RUGE, J., "Handbuch der Schweisstechnik-Band 1-2", Springer Verlag, Berlin, 1980,
- [27] ANIK, S., TÜLBENTÇİ, K., ÖZGÖKTUĞ, T., "Soru ve Cevaplarla Kaynak Teknolojisi, Eğitim Yayınları, 1976, İstanbul,
- [28] GÜLTEKİN, N., "Kaynak Tekniği, YTÜ Yayını, Sayı: 184, 1983, İstanbul
- [29] ANIK, S., TÜLBENTÇİ, K., "Argonark Kaynağı", Türk Kaynak Cemiyeti Yayını, No: 18, 1968, İstanbul
- [30] ANIK, S., DİKİCİOĞLU, A., VURAL, M., "İmal Usulleri", Birsan Yayınevi, 2.Baskı, 1996, İstanbul
- [31] KARADENİZ, S., "Kaynak Makinaları", SEGEM Yayını, No:108, Mayıs 1985, Ankara,
- [32] KRAUME, G., ZÖBER, A., "Arbeitsicherheit und Gesundheitsschutz in der Schweisstechnik", Fachbuchreihe Schweisstechnik, Band 105, DVS-Verlag, 1989, Düsseldorf
- [33] AICHELE, G., "Kalkulation and Wirtschaftlichkeit in der Schweisstechnik", Fachbuchreihe Schweisstechnik, Band 83, DVS-Verlag, 1985, Düsseldorf,
- [34] KNOCH, R., "Schweisskennwerte für das MAG-Schweißen", DVS-Berichte Band 91, DVS-Verlag, 1985, Düsseldorf,
- [35] ESSER, D., "Rechnergestützte Verfahren zur prozessorientierten Schweisskopfführung insbesondere beim MAGM-Dünnblechschweißen",
Schweisstechnische Forschungsberichte Band 17, DVS-Verlag, 1987, Düsseldorf,
- [36] MATZNER, H.R., "Qualitätssteigerung beim spritzerarmen MAGM-Impuls-lichtbogenschweißen durch Regelung der Prozessgrößen", Schweisstechnische Forschungsberichte Band 40, DVS-Verlag, 1991, Düsseldorf,
- [37] ERTÜRK, L., TÜLBENTÇİ, K., "MAG Kaynak Yönteminde Kaynak Akımı ve Ark Geriliminin Sıçrama Kayıplarına Etkisi", Uluslararası Kaynak Teknolojisi'96 Sempozyumu, Gedik Eğitim Vakfı, 1996, Bildiriler Kitabı, s.71-84
- [38] ANIK, S., VURAL, M., KIYICI, H.K., "MIG/MAG Kaynağında Bilgisayar Yardımıyla Kaynak Dikişi Maliyet Hesabı", Uluslararası Kaynak Teknolojisi'96 Sempozyumu, Gedik Eğitim Vakfı, 1996, Bildiriler Kitabı , s. 168-177
- [39] ANIK, S., ÖĞÜR, A., KOÇ AB I Ç AK, Ü., ASLANLAR, S., VURAL, M., ÖZGİRGİN, C., "MAG Kaynağındaki Çeşitli Kaynak Pozisyon Verilerinin Programlanması ve Bilgisayar Destekli Tasarımı", Uluslararası Kaynak Teknolojisi'96 Sempozyumu, Gedik Eğitim Vakfı, 1996, Bildiriler Kitabı, s.145-152

[40] Konu ile ilgili TS, DÎN, ANSI-AWS ve EN standartları