

KAYNAK TEKNOLOJİSİ III

**GAZALTI
KAYNAK TEKNİĞİ**

**Prof. Selahattin ANIK
Doç. Kutsal TÜLBENTÇİ**

GEDİK KAYNAK SAN. TİC. A.Ş
Ankara Cad. No:306 Şeyhli Pendik İSTANBUL Tel: (0216) 378 50 00 (pbx)

GAZALTI KAYNAĞI (KORUYUCU GAZLA KAYNAK)

1-Giriş

Gazaltı yahut da koruyucu gazla kaynakta, genellikle yeri bir gazla korunan özel bir ark kaynağı usulü hatıra gelir. Koruyucu bir gazın kullanılması fikri oldukça eskidir. İlk defa 1926 yılında ortaya atılan Alexander usulünde gelişmiştir. Arcogen usulünde hem bir elektrot hem de oksiasetilen alevi birlikte kullanılmıştır. Burada üfleç alevi dikişi havanın etkisinden korumuştur. Her iki usulde bugün artık terk edilmiştir.

Diğer taraftan, kaynak esnasında erimiş metalin, atmosferin tesirlerinden korunması sistemli bir şekilde incelenmiş ve yine 1926 yılında A.B.D.'de Weinmann ve Langmuir tarafından hidrojenin koruyucu gaz olarak kullanılmasıyla, ark atom (atomik hidrojen) kaynak usulü uygulama alanına girmiştir.

Koruyucu gaz olarak soy bir gazın kullanılması, ancak 1930 yılında A.B.D.'de Hobart ve Devers tarafından patent olarak alınmış ve 1940 yılında da uçak inşasında magnezyum alaşımlarının kaynağında kullanılmıştır.

Kaynak yerinde aktif bir gazın kullanılması konusundaki ilk çalışmalara 1952 yılında başlanmıştır. Bugün çeşitli soy gaz karışımları ile aktif gazların kullanıldığı donanımları aynı, fakat gaz karışımları farklı olan çeşitli koruyucu gaz (gazaltı) kaynağı usulleri vardır (Tablo 1)

Gazın cinsi	CO ₂	Gazın bileşimi (%)					Kaynak Usulleri		Kullanılma Yerleri
		O ₂	Ar	He	H ₂	MIG	TIĞ	MAG	
Argon	—	—	99.99	—	—	X	X	—	Bütün metaller. Yüksek alaşımlı çelikler (Örneğin 18/8 Cr-Ni Çeliği)
Argon S1	—	1	99.0	—	—	(X)	(X)	X	
Argon S3	—	3	97.0	—	—	(X)	—	X	Alaşımlı çelikler (Örneğin, 13 Cr Mo 44, 15 Mo 3)
Karışım Gaz	12-15	2-5	80-86	—	—	—	—	X	Yüksek alaşımlı çelikler hariç bütün çelikler.
Karışım gaz	15	5	80	—	—	—	—	X	Bütün çelikler.
Karışım gaz	4-6	—	83.5-91	—	—	—	—	X	" "
Karışım gaz	12-14	2-4	82-86	—	—	—	—	X	" "
Karışım gaz	15	5-6.5	85	—	—	—	—	X	" "
Karışım gaz	5	5	90	—	—	—	—	X	" "
Karışım gaz	5	—	63	2	2	—	—	2	Cr-Ni çeliği gibi özel gayeler için
Karışım gaz	—	—	30	70	—	X	X	—	Bakır ve alüminyum gibi özel gayeleri için
Karışım gaz	5	5	90	—	—	—	—	X	Yüksek alaşımlı çelikler hariç bütün çelikler için
CO ₂	99.7	—	—	—	—	—	—	X	19 Mn 5'e kadar bütün çelikler

Not: X= Kullanılabilir (X) = Şartlı kullanılabilir.

Tablo-1: Koruyucu gazlar ve başlıca kullanma yerleri

Başlıca koruyucu gaz kaynağı usullerini şöyle sınıflandırabiliriz:

1- Erimeyen elektrotla (Tungsten) yapılan koruyucu gaz kaynağı:

a- Erimeyen iki elektrotla yapılan kaynak usulü (arkkatom veya atomik hidrojen)

b- Erimeyen bir elektrotla yapılan kaynak usulü (TIG/WIG)

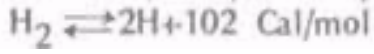
2- Eriyen metal elektrotla yapılan koruyucu gaz kaynağı:

a- Soy gaz atmosferi altında yapılan kaynak usulü (MIG)

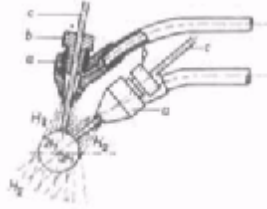
b- Aktif gaz atmosferi altında yapılan kaynak usulü (MAG)

2- Arkatom veya atomik hidrojen kaynağı

Arkatom kaynağı bugün en eski koruyucu gaz kaynağı usullerinden biridir. Arkın teşekkülü sırasında kaynak yerine gelen diatomik (molekül halindeki) hidrojen, aşağıdaki denkleme göre ark sıcaklığında ısı alarak atomlarına ayrılır (dissosiasyona uğrar):



Kaynak yerinden ayrılan ve dissosiasyona uğrayan hidrojen gazı, düşük sıcaklıkta yeniden birleşir ve böylece alınan ısı tekrar geri verilmiş olur. Bu olayda kaynak işlemini kolaylaştırır (şekil 1).



Şekil-1: Arkatom kaynağında kullanılan hamlacın şematik görünüşü

a- Hamlaç kafası

b- Meme

c- Tungsten elektrotlar

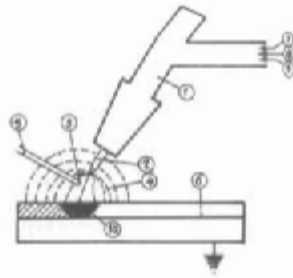
Kaynak sırasında hidrojen gazının kullanılması, hidrojenin dissosiasyona uğrayarak kaynak yerine verdiği ısıdan başka, bütün kaynak yerini ve tavlı haldeki tungsten elektrotları bir redükleyici atmosferle sarıp oksidasyona karşı koruma faydası da vardır.

Kaynak yerinde bir soy gaz kullanılması fikrinin gelişip endüstriye uygulanmasına kadar, ark atom kaynağı alüminyum, magnezyum ve alaşımları ile yüksek alaşım-çeliklerin kaynağında uzun süre kullanma alanı bulmuştur. Argon ve helyum gibi soy gazların uygulama alanına girmesiyle bu usul yerini TIG ve MIG kaynaklarına terk etmiştir.

3-TIG/WIG- Kaynağı

Bu usul, 1940–1944 senelerinde A.B.D.'de magnezyum ve diğer hafif metal alaşımlarının kaynağı için geliştirilmiş ve koruyucu gaz olarak da o zamanlar helyum gazı kullanılmıştır (Heliark)

TIG- "Tungsten İnerit Gas"/WIG-"Wolfram İnerit Gas" usulünde kaynak arkı erimeyen bir tungsten elektrot ile iş parçası arasında teşekkül etmekte; ark, elektrot ve erimiş banyo havanın tesirinden bir argon veya helyum atmosferi ile korunmaktadır (Şekil–2). Koruyucu gazın soy bir gaz olması dolayısıyla oksidasyon ve diğer istenmeyen haller önlenmektedir. Kaynak İşlemi içinde oksiasetilen kaynağında olduğu gibi, ayrıca bir kaynak ilave metaline (teline) ihtiyaç vardır.



Şekil-2-TIG-Kaynağının yapılış şekli (şematik)

1. Kaynak tabancası veya hamlacı
2. Tungsten elektrot
3. Kaynak arkı
4. İlave metal (kaynak teli)
5. İş parçası
6. Elektrik akımı
7. Argon veya helyum gazının girişi
8. Soğutma suyu
9. Erimiş kaynak banyosu

Basit bir TIG/WIG kaynak donanımı, hava veya su ile soğutulan bir kaynak üfleyici (hamlacı), bir akım membaı ve birde koruyucu gaz donanımından oluşur. Çeşitli sanayi kollarında kullanılan donanımlarda, ayrıca bir otomatik kumanda cihazı da vardır. Bu kumanda tertibatı, soğutma suyu için bir su sigortası, koruyucu gaz için bir ayar ventili, akım için otomatik şalter ve bir yüksek frekans jeneratörünü ihtiva eder. Böylece koruyucu gaz sarfiyatının ihtiyaca göre sınırlandırılması sağlanır ve ayrıca işletmede emniyet de artar.

3-1: Koruyucu gazlar

TIG/WIG kaynağında koruyucu gaz olarak önceleri yalnızca helyum kullanılmıştır. Fakat helyum yerini çok kısa bir zamanda argona terk etmiştir. Bugün her iki gazın karışımlarının kullanıldığı hallerde vardır. Mesela % 70 He+-% 30Ar gibi.

Her iki gaz da monoatomik olup, soy gazdır. Bunlar kimyasal olarak nötr bir karakter taşıyor ve

diğer elemanlarla birleşmez, her ikisi de renksiz ve kokusuz birer gaz olup, yanmazlar.

Hafif metal ve alaşımlarının kaynağında bulunan argonun çok saf olması istenir. Mesela, / 99.99 gibi içerisinde bulunan gayet az miktardaki su buharı, oksijen ve azot kaynağının kalitesine tesir eder. Paslanmaz çelikler, bakır, ve alaşımlarının kaynacında da en çok % 0.1 Oksijen ve % 0.5-1.5 azot bulunabilir. Hafif metallerin kaynağında ise, oksijenin % 0.01 ve azotun da % 0.02'nin altında olması gerekir. Oksijen ve azotu az olan argon temiz ve parlak bir kaynak dikiş yüzeyi verir. Eğer azot ve oksijen miktarı sınır üzerinde bulunursa, yapılan kaynakta dikişin yüzeyi ve geçiş bölgeleri gri kahverengi veya mat bir durum alır.

Argon gazı 150-180 atmosfer basınç altında tüplere doldurularak nakledilir. Tüpün muhtevası, tüpün büyüklüğüne göre 6-9 m3'dür Argon, oksijen gibi kaynak basıncına özel basınç düşürme monometreleriyle düşürülür. Argon miktarı, yine tüp üzerinde bulunan ve basınç düşürme monometresiyle birlikte takılan özel aletlerle ölçülür. Bu da ayrıca otomatik kumanda cihazına bağlıdır.

3-2: Elektrotlar

TIG/WIG Kaynağında kullanılan elektrotlar ya saf tungsten ya da toryum veya zirkonyumla alaşımlandırılmış elektrotlardır. Tungsten elektrotlar toz halindeki tungstenin yüksek sıcaklıkta sinterlenmesiyle elde edilir. Toryumla alaşımlandırılmış elektrotlarda ise, sinterleme işlemi sırasında % 1-4 kadar toryumoksit verilir ve böylece bütün kesite muntazam bir şekilde yayılır. Alaşımlandırılmış tungsten elektrotlar aşağıdaki üstünleri sağlar (Tablo-2).

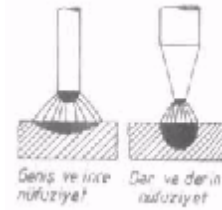
- a- İyi bir elektron emizyonu meydana getirir.
- b- Alaşımsız elektrotlara nazaran alaşımlı elektrotları % 25 daha yüksek bir akım şiddeti ile yüklemek mümkündür.
- c- Alaşımlı elektrotların ömürleri daha uzundur ve sarfiyatları da alaşımsız elektrotlara nazaran % 50 kadar daha azdır.
- d- Elektrodun tesadüfen kaynak yeri ile temas etmesi halinde kaynak banyosunda husule gelen sıçrama ve buharlaşma saf elektrotlara nispeten daha azdır.

Toryum ile alaşımlandırılmış elektrotlar, kısa bir kullanmayı müteakip uçlarında meydana gelen tırtıllarla tanınır. Elektrotların çaplarına uygun olarak imalatçısı tarafından verilen akım şiddetleri bilaistina korunmalıdır. Aşırı yükleme kuvvetli bir ısınmaya sebebiyet verdiği için, elektrodun ucu erimeye başlar. Elektrodun ucunda oluşan sıvı tungsten damlasının titreşimi kararsız bir arkın teşekkülüne sebep olur. Diğer taraftan az akım şiddetiyle yüklenen elektrotlarda, elektrodun ucundaki katodikleke bütün yüzeyi doldurmaz.

Tablo–2:DIN 32528'e göre tungsten elektrotlar ve kullanma yerleri:

Elektrodun bileşimi (%)	Gösterilişi	Rengi	Düşünceler
Tungsten (alaşımzsız)	W	Yeşil	Arternatif akımda, düşük akım şiddetinde iyi bir ark kararlılığı sağlar. Düz ve yuvarlak elektrod ucu ile kaynak yapılır. Ucuzdur.
Toryumoksitle alaşımlandırılmış 0.9.....1.2. ThO ₂ 1.8.....2.2. " 2.8.....3.2. " 3.8.....4.2. "	WT 10 WT 20 WT 30 WT 40	Sarı Kırmızı Leylak Portakal rengi	Toryumoksit miktarı arttıkça tutuşma özelliği ömrü ve akım şiddeti ile yüklenebilme kaabiliyeti artar.
Zirkonyumoksitle alaşımlandırılmış 0.3.....0.5 ZrO ₂ 0.7.....0.9 "	WZ 4 WZ 8	Kahverengi Beyaz	Elektrodlarla kaynak banyosunun kirlenmesi daha azdır; WT'ye göre tutuşma özelliği daha kötüdür.
Lantaloksitle alaşımlandırılmış 0.9.....1.2 LaO ₂	WL 10	Siyah	WT'ye göre daha uzun ömre sahiptir. (Plasma kaynağı için)

Elektrodun ucunun sıcaklığı akım yoğunluğu, akımın cinsi, kutup durumu ve elektrodun çapına bağlıdır. Diğer taraftan elektrot ucunun formu da arka ve parçaya verilen ısıya tesir eder. Ucu yarım yuvarlak şekillendirilmiş bir silindirik elektrotla yapılan kaynakta geniş fakat derinliği az bir nüfuziyet sağlanır. Diğer taraftan ucu konik olan bir elektrotla aynı akım şiddetinde yapılan kaynakta ise, dar ve derinliği fazla bir nüfuziyet meydana gelir (Şekil-3).



Şekil-3: Aynı akım şiddetiyle yapılan TIG/WIG- kaynağında elektrot ucu formunun nüfuziyete tesiri.

Bir tungsten elektrodun, kaynak esnasında uygun aI şiddetiyle yüklenip, yüklenmediği ucunun şeklinden anlaşılır (Şekil-4).

Akımın cinsi	Tungsten elektrot*	Akım şiddeti		
		Az	Yeter	Fazla
Doğru Akım	Torçunla aşınmış tungsten elektrot			
Alternatif Akım	Saf tungsten elektrot			
Alternatif Akım	Torçunla aşınmış tungsten elektrot			

Şekil-4 TIG/WIG kaynağında akım şiddetine göre elektrot ucunun formu

Yağlı ve kirlı elektrotlar, dikişin safiyetini bozduğundan, bunların temizlenmesi gerekir. Kaynak işlemini bitince argonun akışı hemen kesilmez ve bir müddet daha akmaya devam ederek kızgın elektrodun oksitlenmesini önler. Eğer koruyucu gaz erken kesilirse, elektrot oksitlenerek koyu kahverengini alır.

Standart elektrot çapları ve boyları şöyledir (mm):

Elektrot çapları: 03-1.0-1.6 (2.0) -2.4(3.0) -3.24.0 (5.0)-6.0-6.4-8.0

Elektrot boyları: 50-75-150-175

3.3- Kaynak hamlaçları

Tatbikatta kullanılacağı yere uygun olarak TIG/WIG kaynak hamlaçları çeşitli şekil ve büyüklüklerde bulunur. Kaide olarak bir kaynak işletmesinde birçok tipte hamlaçların bulunması gerekir. Hamlaçlar belirli bir akım şiddeti alanı için inşa edilir. Bu alanın aşılması gerekir. Akım şiddetine göre elektrotlar ve gaz memeleri çeşitli büyüklüklerde olmak üzere kullanılır. Meselâ, 200 A akım şiddetine kadar hamlaçlar su ile soğutulmaz. Meme ve elektrodun soğutulması koruyucu gaz akımı ve etrafındaki hava ile soğutulur. Yüksek akım şiddetlerin de hamlaçlar su ile soğutulmaktadır.

Gaz memeleri ya metalden ya da seramikten yapılır. Metal memeler arkın tesiriyle erimesin diye su ile soğutulur. Bunun için de yüksek akım şiddetlerinde kullanılan hamlaçların memeleri metaldir. Akım şiddetinin küçük olduğu işlerde kullanılan hamlaçların memeleri de seramiktir. Burada su ile soğutma söz konusu değildir.

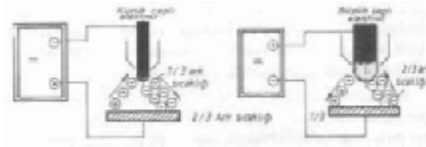
Elektrot ve kaynak yeri için emin bir gaz korunması arzu edildiği takdirde, elektrot ucunun memeden dışarıda kalan kısmı 5-8 mm'den fazla olmamalıdır. Diğer taraftan gaz memesi kaynak banyosunu örttüğünden, kaynakçının, kaynak banyosuna yalnız yandan bakabilmesi imkânını verir. Bunun için hem elektrodun memeden dışarıda kalan kısmının 8 mm.den fazla olmasını ve kaynakçımı da kaynak yerini iyice kontrol altına alabilmesini sağlamak gayesiyle hamlaçlar için özel tertibatlar geliştirilmiştir. Bunlara gaz merceği denir. Böylece gazın akışının daha uzun bir boy için laminar olması sağlanır. Bu gaz mercekle elektrodu 20 mm.ye kadar memeden dışarı çıkarmak

mümkündür. Ayrıca bu gaz merceğiyle kaynakçının çalışması daha kolaylaşır ve kaynak banyosu da istenen şekilde korunmuş olur.

3.4-Akım membaları

Genel olarak TIG/WIG kaynağında hem doğru hem de alternatif akım kullanılır. Fakat pratikte her iki akım cinsî ile yapılan kaynak farklı neticeler vermektedir. Ekseri malzemeler doğru akımla kaynak yapılmasına rağmen, alüminyum ve magnezyum ile alaşımlarının alternatif akım ile kaynak yapılması zorunluluğu vardır.

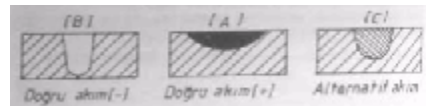
Doğru akımda, elektrot negatif kutupta bağlanarak yapılan kaynakta, direkt kutuplama bahis konusudur. Elektrotların yayınladığı katodik leke, elektrodun ucunda bulunur ve pozitif kutbun bağlandığı parçaya yapılan elektron bombardımanı ile derin bir nüfuziyet sağlar (Şekil-4), fakat arkın erimiş banyoda elektriki bir temizleme tesiri yoktur. Yüzeyde meydana gelen tabii oksit tabakası dolayısıyla, hafif metallerin kaynağı için böyle bir kutuplama tarzı uygun değildir- Buna rağmen bakır ve paslanmaz çelik gibi malzemenin kaynağı için gayet elverişlidir.



Şekil-5: Doğru akımda elektrodun negatif ve pozitif kutba bağlanmasında gaz iyonlarının akışı (Şematik)

Elektrot pozitif kutba bağlandığı zaman ters kutuplama söz konusu olur. Bu durumda ark, erimiş banyoda büyük bir elektriki temizleme kabiliyetine sahiptir ve oluşan katodik leke oksit tabakasını parçalar. Elektrot aşırı ısınır. Böyle bir kutu, lama hafif metallerde, ince sacların kaynağında kullanılır (Şekil-5).

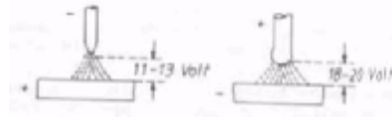
Alternatif akımla yapılan kaynakta doğru akıma nazaran bir uzlaşma vardır. Negatif yarım dalga esnasında anot olan kaynak banyosu ısınır ve bunu takip eden pozitif dalga ile de bir temizleme tesiri elde edilir. Böylece oksit tabakası parçalanır. Elektrotta aşırı bir ısınma bahis konusu değildir. Fakat doğru yani direkt kutuplama nazaran ısınma daha fazladır. Böylece elektron emizyonu sıcaklığın fonksiyonu olarak artar (Şekil-6)



Şekil-6 Doğru akımda negatif ve pozitif kutba bağlanması ile alternatif akımdaki nüfuziyet miktarları

Herhangi bir çaptaki elektrot ile doğru akımda negatif kutba bağlı ark, pozitif kutba bağlı arka nazaran dört ilâ sekiz defa daha fazla, alternatif akım arkına nazaran da iki defa daha fazla akımı çok fazla ısınmadan taşıyabilir. Elektrot toryum veya zirkonyumoksit ile alaşımlandırıldığı takdirde arkın akım taşıma kapasitesi daha da artar; çalışma ısısı düşer ve arkın tutuşması da kolaylaşır. Çok düşük akım şiddetiyle çalışırken bilhassa bu son özellik önem arz eder.

Birbirine benzeyen yapı ve bileşimdeki malzemeler arasında arkın yanışı, bağlama şekillerine göre değişik karakteristikler gösterir. Mesela, değişik kutupların kullanılmaları ile ark gerilimi de değişir. Eşit uzunluktaki arklar için negatif kutba bağlama halinde ark gerilimi 11 ilâ 13 V, pozitif kutba bağlama halinde ise, 8 ilâ 20 V arasındadır (Şekil-7).



Şekil-7 Eşit boydaki arkların bağlama durumuna göre orta lama ark gerilimi

Bir kutuptan diğer kutba değiştirme yapılması, halinde Volt/Amper de değişir. Negatif kutup ark gerilimi ile f kutup ark gerilimi arasındaki fark 6 Volt kadar yüksek olabilir veya ortalama ark gerilimlerinin % 25'inden fazla olabilir. Negatif kutup ark, esnasında ark akım içinde buna uygun bir yüzde de akım artış, vardır; pozitif kutup arki esnasında ise akım düşüklüğü olur.

Alternatif akım arkında Volt/Amper değişimleri 50 periyotluk frekansta saniyede 100 defa olur. Negatif yarım periyotlar esnasındaki akımın akışı, pozitif yarım periyotlarınkinden daha fazladır. Bu fazlalık doğru akım bileşeni olarak bilinir.

Yüksek frekans cihazlar, önceleri bazı özel hallerde normal metal ark kaynağında kullanılmış ise de bunların gelişmeleri TIG/WIG kaynak usulünün uygulanmasından sonra olmuştur. TIG/WIG kaynağında bu cihazların başlıca iki faydası vardır.

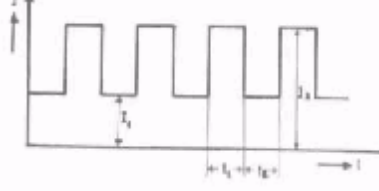
a-Tungsten elektrot ile kaynak yapılan parça arasında temas teminine gerek kalmadan arkın otomatik olarak tutuşmasını sağlar.

b- özellikle pozitif yarım periyotların başlangıcında, sıfır periyotların da arkın tutuşmasına yardım eder ve böylece boşta çalışma gerilimi ihtiyacını ortadan kaldırır.

Yüksek frekans cihazı takılmış tesisatlar kararlı bir ark ile çalışma sağladığı gibi, demir ve demir olmayan metallerin kaynağında büyük bir mükemmeliyet sağlar. Yüksek frekans cihazı ile takviyeli kaynakta akım çok zayıf olduğu için, bu yüksek frekanslı gerilim mutlak olarak tehlike arz etmez. Takılan yüksek frekanslı osilatörlerden iyonizasyonun devamında istifade edilmektedir. Kaynak akımı geçtikten ve ark oluştuktan sonra, osilatör otomatik olarak devreyi açar.

3.5- Darbeli (Pulsu) TIGAVIG Kaynağı

Darbeli TIG Kaynağında, kaynak akımı periyodik ve kısa süreli olmak üzere, farklı iki yüksek değer (1 ve 1) arasında değişir. (Şekil-8) Bu değişimin darbe frekansı saniyede 1 ilâ 5 arasındadır.



Şekil-8 Darbeli TIG/WIG Kaynağında akımın değişimi (Şematik)

Yüksek akım darbelerinde t_1 kaynak yerine fazla ısı verilmiş olur ve böylece malzeme erir. Düşük akım darbelerinde ise, kaynak yerine az miktarda ısı verilir. Böylece kaynak banyosu yavaş bir şekilde soğur ve kısmen de katılaşır (Şekil 1-9) Parçaya, daha doğrusu kaynak yerine, verilen ısı miktar, (t_1) ve (t_2) zaman aralıkları ile (I_1 ve (I_2) akım şiddetlerini değiştirmek suretiyle istenen şekilde ayarlanabilir:



Şekil-9 Darbeli TIG Kaynağında ısı akışı

Darbeli TIG Kaynağı başlıca aşağıdaki avantajları sağlar:

1. İnce saclar, kaynak ağızları fena hazırlanmış olsa bile asgari distorsyonla kaynak yapılır.
2. Kalın kaçların zor kaynak pozisyonlarına kolaylıkla uygulanabilir. Esas akım süresindeki soğuma fazı, kaynak banyosunun zor pozisyonlardaki akmasını önler.
3. Boru kaynaklarında, borular arasındaki aralık toleransları kenar kaymaları dolayısıyla değişse bile, kök pasosunun kaynağı rahatlıkla yapılabilir.
4. Farklı kalınlıklardaki parçaların birbirleriyle kaynağında, bir zorluk söz konusu değildir.
5. Küçük parçaların kaynak dikişlerinin sonlarında oluşan ısı yoğunlaşması, bu usulle önlenmiş olur.
6. Kaynak yerindeki ısı miktarının ayarlanabilmesi; kaynak banyosuna hakimiyeti daha kolay sağladığından, fena birleştirme şekillerinde parçalar arasındaki köprü kurabilme imkânını sağlar.
7. Kurşun gibi, erime derecesi düşük metallerin el ile tavan kaynaklarının yapılması imkân dâhiline girer.
8. Kaynak metalindeki kristalizasyon işlemine uygun bir etki yapar. Böylece çatlama

meyline sahip alaşımlı çeliklerin, bu meyli azaltılmış olur. Isıya dayanıklı çeliklerin kaynak dikişlerinin mekanik özellikleri iyileştirilir. Titanyumun kaynağında porozite oluşunu azaltır.

3.6-Kullanılan akım üreteçleri

TIG/WIG Kaynağında meselâ, alüminyum ve magnezyum gibi metal ve alaşımların kaynağında genellikle alternatif akım ve bakırın kaynağında da doğru akım kullanılmaktadır. Paslanmaz çelikler ve diğer malzemeler için akım şeklinin, kaynağın kalitesi üzerine büyük bir tesiri yoktur.

Prencip bakımından akım üretici olarak elektrik ark kaynağından bilinen kaynak jeneratörleri, redresörleri ve transformatörleri kullanılabilir. Fakat günümüzde genellikle redresörler tercih edilmektedir. Bunun başlıca sebebi de, bilindiği gibi, bir redresör elemanlarından oluşmasıdır. Kaynak yapılan malzemeye göre bazı hallerde alternatif akıma ihtiyaç olduğundan, bu gibi durumlarda, redresör devreden çıkartılarak kaynak akımı yalnız transformatörden alınmakta; doğru akımın gerekli olduğu hallerde ise, redresör devreye sokulmaktadır.

Bu önemli üstünlüğünden başka, redresörler diğer akım üreteçlerine nazaran aşağıdaki avantajları sağlar:

- a- Çalışma sessizdir.
- b- Soğutma gayesi He kullanılan vantilatörler hariç döner aksamları yoktur.
- c- Isınma dolayısı ile akım düşmesi azdır.
- d- Yük değişmelerine süratle cevap verirler.

3.7- TIG/WIG Kaynak tekniği

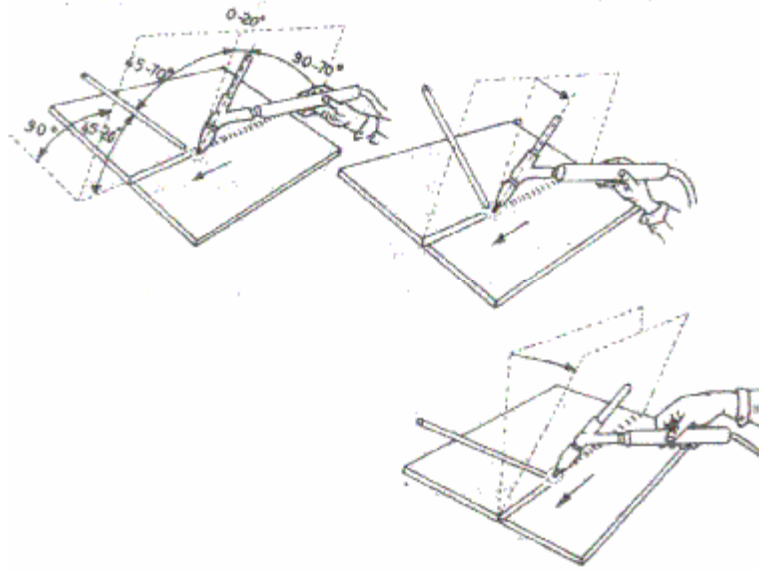
Yüksek kaliteli birleştirmelerin elde edilmesinde, kaynak ağızlarının ve ilave metalinin iyi bir şekilde temizlenmesi gerekir. Mevcut kir ve pislikler bir tel fırça ile veya benzeri bir vasıta ile iyice temizlenmelidir. Kaynak masasından iş parçasına akımın geçişi iyice mükemmel olmalıdır. Büyük parçalar doğrudan doğruya akım membana bağlanmalıdır. Uzun dikişler kaynak işleminden önce bağlanmalı (puntalanmalı) ve arkın etrafındaki argon zarfının hava akım tarafından parçalanmamasına dikkat edilmelidir.

Kaynağa başlarken elektrot parçaya yaklaştırılır ve yüksek frekans kıvılcımları ile arkın tutuşması sağlanır. Hafif metallerin kaynağında hiçbir zaman elektrodun parçaya değmesine müsaade edilmez. Aksi takdirde kaynak yeri alaşımlanır ve elektrot da kirlenir

Kaynak işlemi kaide olarak sağdan sola doğru yapılır. Hamlacın parçaya takriben 75°'lik bir açı ile tutulması gerekir. Bağlantılar, kaynağın iyi nüfuz edecek şekilde yapılması gerekir. Kaynak hızı, akım şiddetinin büyüklüğüne, malzemenin özelliklerine ve parçanın boyutuna bağlıdır. Bu hız, iyi bir kök nüfuziyeti elde edilecek şekilde seçilir.

Hamlaç ve kaynak telinin hareketi, oksiasetlen kaynağının aynıdır (Şekil 9). Kaynak teli ark alanına erişmeden, erimiş banyonun İçerisinde hafif hareketler yapar. Normal şartlarda sola kaynak usulü kullanılır. Sağ kaynakta nüfuziyet iyi değildir.

Çalışmaya başlarken ark paslanmaz çelik, tungsten, alüminyum veya bakır bir parça üzerinde tutuşturulduktan sonra, doğrudan doğruya kaynak yapılacak parçaya geçilir. Ark mümkün mertebe parçaya temas etmeyecek şekilde kısa tutulur. İlave metal, birleştirilecek kenarlar erimeye başlayınca kaynak yerine verilir. (Şekil 10)



Şekil-10 Alüminyum ve alaşımlarının TIG/WIG Kaynağında hamlacın durumları yukarıdan aşağıya doğru:

1. Doğru çalışma şekli
2. Hamlacın fazla meyilli tutulmuş şekli.
3. Hamlacın öne doğru fazla eğilmiş şekli

TIG/WIG kaynağı genel olarak hafif metal ve alaşımları, paslanmaz çelikler ile bakırın kaynağında geniş çapta kullanılan bir birleştirme usulü olarak uygulamada büyük bir önem kazanmıştır. Diğer taraftan, yüksek miktarda, çinko ihtiva eden bronzlar, titanyum ve alaşımları, zirkonyum, uranyum gibi kaynak kabiliyeti zor metal ve alaşımları TIG/WIG usulü ile gözeneksiz olarak kaynak yapmak mümkündür. TIG/WIG kaynağının başlıca üstünlüklerini şöyle sıralayabiliriz:

- a) Yüksek bir kaynak hızının sağlanması
- b) Verilen ısının belirli bir bölgeye yoğunlaştırılması
- c) Isıl distorsyonların azlığı
- d) Mekanik Özelliklerin iyi bir şekilde korunması
- e) Temiz kaynak dikişlerinin elde edilmesi

- f) Kaynağı müteakip temizleme işlemine ihtiyaç göstermemesi
- g) Kolay bir şekilde mekanize edilmesi

3.8- Plazma TIG Kaynağı

Bu kavramdan, moleküllerden, atomlardan ve elektrotlardan oluşan kızdırılmış gaz anlaşılır.

Tamamı, fiziksel olarak nötrdür.

Plazma usulünde esas olarak iki farklı ark düzeni kullanılır. Taşıyıcı olmayan ark, erimeyen tungsten elektrot ve su ile soğutulan bakır meme arasında yanar. Bakır meme, arkı odaklayıcı, güç yoğunluğunu arttırıcı ve buna bağlı olarak plazma demetinin sıcaklığını yükseltici bir etki yapar. Tungsten elektrot negatif ve bakır memede pozitif olarak kutuplanmıştır. Bu şekildeki bir tertip, plazma ile yapılan püskürtmede kullanılır. Buna karşılık arklı sistemde, tungsten elektrodun katot memenin anot olarak bağlandığı, toryumoksitle alaşım (andırılmış tungsten elektrot ile ışını (demeti) odaklayan ve suyla soğutulan bakır memenin içerisinden geçerek iş parçası arasında yanar. Plazma gazı elektrotla meme arasındaki silindirik hacime püskürtülür. Bu sistem birleştirme kaynağında ve plazma ile yapılan kesmede kullanılır. Taşıyıcı ark, yüksek frekans üzerinden geçirilen yardımcı ark ile elektrot ve meme arasında yakılır. Taşıyıcı ark tuttuğunda yardımcı ark söner. Yalnız mikro plazma kaynağında, kaynak işlemi esnasında yardımcı ark muhafaza edilir. Bir direnç vasıtasıyla yardımcı ark üzerinden akan akımın değeri sınırlanır.

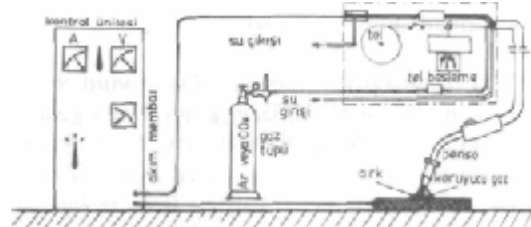
Plazma birleştirme kaynağında, plazma gazına ilaveten, kaynak banyosunu atmosferin tesirlerine karşı koruyan ikinci bir gaz akımı (% 99,95 argon) kullanılır. Plazma kaynağı cihazlarının büyük bir çoğunluğunda üçüncü bir gaz akımı, plazma demetini odaklayıcı meme dışında daraltmak için odaklayıcı gaz (Argon + He, Ar+H₂, Ar+N₂) olarak kullanılmaktadır. 3 mm. kalınlıktan itibaren sacların plazma birleştirme kaynağında plazma demeti iş parçasına nüfuz edip, bir anahtar deliği oluşturur. İlerleyen kaynakla birlikte bu delik birleştirilecek sacların kaynak alınları boyunca hareket eder. Kaynak banyosunun ve delikteki buhar basıncının yüzey gerilimi nedeni ile erimiş malzeme deliğin hemen ardından birleşir ve kaynak dikişini oluşturur.

Plazma doldurma kaynağında her iki arkın kombinasyonu kullanılır. Bu usulde düşük karakteristikli akım membaı kullanılmaktadır. Birinci akım membaı elektrot ile parça arasında ve ikinci akım membaı da elektrot ile parça arasına bağlanmıştır. Elektrot negatif, meme ve iş parçası pozitif olarak kutuplanmıştır. Taşıyıcı olmayan ark yüksek frekans üzerinden tutuşturulur ve tungsten elektrot ile iş parçası arasındaki taşıyıcı arkı iletir. Her iki ark kaynak işlemi sırasında yanar. Taşıyıcı arkın ayarı ile nüfuziyet miktarı ve onunla birlikte esas malzeme vasıtasıyla doldurma bölgesinin bileşimi etkilenir. Genellikle toz halindeki doldurma malzemesi bir gaz akımı (% 99,95 Argon) üzerinden kaynak cihazına iletilir; plazma demetinde eritilir ve taşıyıcı arka esas malzemeye kaynak edilir. Üçüncü bir gaz akımı da (%99,95 Argon) kaynak banyosunu atmosferin etkilerinden korur.

Plazma kaynak donanımları kalın sacların birleştirilmesinde, folye ve mikro elemanların kaynağında kullanılır. Kaynak cihazları su ile soğutulur. Bir plazma birleştirme kaynağı donanımı, hortum grubu, akım membaı (düşen karakteristikli), ateşleme cihazı, kumanda cihazı ve çeşitli gazlar için basınçlı gaz tüplerinden oluşur. Plazma doldurma kaynağında kaynak cihazı, ateşleme ve kumanda birbirlerinin yanında olmak üzere iki tane doğru akım membaı kullanılır. Kaynak cihazları 10 ilâ 15 kw güç çekimi için hazırlanmıştır. Plazma birleştirme kaynağı büyük sac kalınlığına sahip malzemelerin küt alın birleştirmesinde (I) ilave metal kullanılmadan uygulanır. Ostenitik çeliklerde alın kaynağı yapılabilecek maksimum sac kalınlığı yaklaşık 8 ilâ 10 mm kadardır. Burada kaynak hızı TIG usulü ile ulaşılabilenden % 100 kadar fazladır.

4-MIG KAYNAĞI

MIG Kaynağında "Metal Inert Gas", genel olarak argon veya helyum atmosferi altında yapılmaktadır. İlk defa 1948 yılında A.B.D.'de önce alüminyum ve alaşımlarının sonra da sırasıyla yüksek alaşımlı çeliklerin, bakır ve alaşımlarının ve karbonlu çeliklerin kaynağında kullanılmıştır. MIG Kaynak usulü, TIG usulünden arkın, kaynak yerine otomatik olarak gelen ilave metal ile İş parçası arasında teşekkül etmesiyle ayrılır. (Şekil 11)



Şekil 11-MIG Kaynak usulünün prensibi

Bir Mig Kaynak donanımı aşağıdaki kısımlardan oluşur:

- Bir doğru akım membaı
- Bir kaynak tabancası
- Çıplak elektrot teli, argon, kaynak akımı, suyun giriş ve çıkışını sağlayan hortum şeklinde iletkenler.
- Kaynak telinin hareketini sağlayan tertibat
- Kaynak akımının geçişini, soğuma suyunun devreye girişini, argon gazının akışını ve telin hareketini sağlayan kumanda tertibatı
- Basınç düşürme monometresi ve ölçü aleti ile teçhiz edilmiş bir adet argon tüpü

Kaynakta mükemmel bir erime özelliğine ancak yüksek akım yoğunluğu ile çalışıldığı zaman erişilir. Bu akım yoğunluğunda arkın durumuna bağlı olarak 60-150 A/mm² arasında değişir.

Kuvvetli bir ultraviyole ışını emizyonu meydana geldiğinden, bilhassa göz rahatsızlıklarına ve cilt yanmalarına dikkat edilmelidir. Yüksek akım şiddeti derin bir nüfuziyet sağlar.

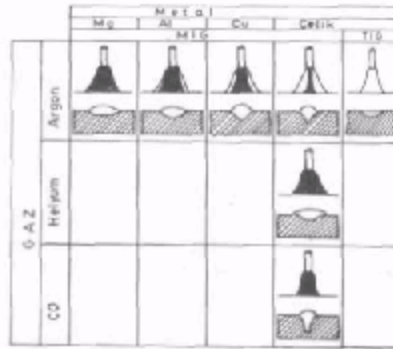
4.1-Koruyucu gazlar

Alüminyum ve alaşımları için genel olarak yüksek derecedeki saflıkta bulunan (% 99,99) ekstra saf argona ihtiyaç vardır. Argona hidrojen, karbondioksit, azot ve oksijen gibi gazların ilavesi, hafif metallerin kaynağında dikişin kalitesinin bozulmasına sebep olmaktadır.

Çeliğin MIG Kaynağında argon gazına oksijen ve karbondioksit karıştırılmaktadır. Böylece kolay eriyen küçük miktardaki oksitlerin teşekkülünü hızlandırarak, eriyen elektrot telinden düşen damlaların yüzey gerili mini zayıflatmakta ve ince taneli bir metal geçişi sağlamaktadır. Aşağıda, pratikte kullanılan böyle İki karışım gazı bileşimleri verilmiştir.

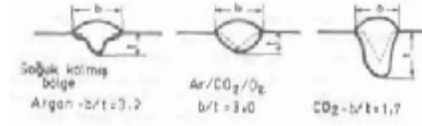
Gaz Karışımı	Argon (%)	CO ₂	O ₂	(%)
Karışım Gaz I	89	5	6	
Karışım II	84	13	3	

Şekil 12'de çeşitli gazlara bağlı olarak metallerdeki nüfuziyet durumları verilmiştir. Oksijenin ilavesi arkın kararlılığını ve düşen damlaların yüzeyde iyi tutunabilmelerini sağlaması yanında, erimiş banyoda alaşım elemanları üzerinde kuvvetli bir yanma tesiri meydana getirmektedir. Fakat argon gazına % 5 nispetindeki oksijen gazının ilavesi, geçiş akım şiddetini % 50 kadar düşürmesine rağmen, nüfuziyeti derinleştirmekte ve gözenek teşekkülünü de azaltmaktadır.



Şekil 12-Çeşitli gazlara bağlı olarak metallerdeki nüfuziyet durumları.

Çeliğin kaynağında dikiş formu ile nüfuziyeti, çeşitli gaz karışımlarının durumu Şekil-12'de verilmiştir.



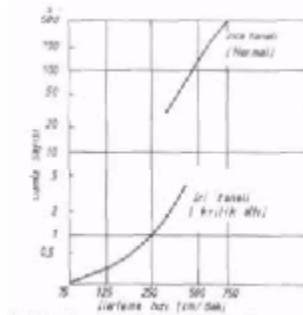
Şekil-13 Dikiş formu ile nüfuziyetin, çeşitli gaz karışımlarındaki durumu

4.2-Akım membaı

MIG Kaynağında doğru akım kullanılır ve genellikle elektrot pozitif kutba bağlanır (ters kutuplama) Ark kararlı bir şekilde yanarak, derin bir nüfuziyet sağlar. Bazı özel hallerde doğru kutuplama ile de kaynak yapılabilir. Hafif metallerin kaynağında, parçanın yüzeyinde meydana gelen oksit tabakasının parçalanması, ancak elektrodun pozitif kutba bağlanmasıyla mümkündür.

Elektrodun doğru akımda negatif kutba bağlanmasıyla oksidin parçalanma tesiri ortadan kalktığı gibi, arkın kararlılığı ve diğer taraftan da nüfuziyet derinliği azalır. Mesela, paslanmaz çeliklerin iç köşe kaynaklarında yüksek erime gücü ve doldurma kaynağında da nüfuziyetin azlığı dolayısıyla elektrot negatif kutba bağlanarak kullanılabilir.

Kaynak esnasında damlaların geçiş frekansının değişimi, elektrodun kaynak yerine gelme hızıyla değişir. Alüminyum-Argon atmosferi altında yapılan MIG Kaynağında, normal olarak saniyede 100 ila 200 damla geçer. Ark boyu uzayınca damlalar bir kısa devre meydana getirmez ve böylece damlaların geçişi ufak taneli olur. Bu ufak taneli geçiş içinde kullanılan elektrot çapına göre belirli bir akım yoğunluğunun üzerine çıkmak gerekir. Eğer akım şiddeti bu geçiş akım şiddetinin altında bulunursa, kritik bölgenin altına düştüğümüzden, damlaların geçişinde daima bu kritik bölgeye dikkat etmek gerekir (Şekil 14).

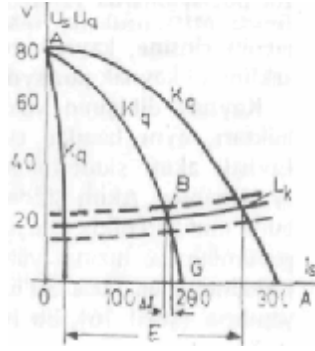


Şekil 14-Elektrot teline hızına bağlı olarak damlaların geçiş frekansının değişimi

MIG Kaynak usulünde ark boyu daima değiştiğinden, ark gerilimi de değişir. Böylece akım membanın karakteristiğine göre az veya çok miktarda bir akım dalgalanması meydana gelir. Düşen (alçalan) karakteristikli jeneratör veya redresörler büyük miktardaki akım dalgalanmalarına karşı tepki gösterirler. Bunun için bütün akım membalarında sabit (yatay) tip karakteristikli kaynak akımı

membaları geliştirilmiştir. Bu makineler her ne suretle olursa olsun, çok kısa süreli ark tutuşmalarında çok yüksek kısa devre akımı hasil ederler. Bu kısa süre zarfında elektrodun ucu buharlaşır ve ark tutuşur.

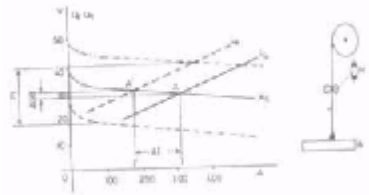
Düşen tip statik karakteristikli kaynak makinelerinde, akım şiddeti ayar alanı vardır (Şekil 15). Buna mukabil, sabit tip karakteristikli makinelerde ise, akım ayar skalası yerine ark gerilimi ayar skalası mevcuttur. Sabit tip statik karakteristikli akım membaları, MIG Kaynağı gibi, yarı ve tam otomatik kaynak usullerinde kullanılmaktadır. (Şekil 16)



Şekil 15-Bir akım membına ait düşen tip statik karakteristik:

E: Akım ayar alanı

L_k: Arkın karakteristiği



Şekil 16-Sabit gerilimli kaynak makinelerinde statik karakteristik

E: Akım membının ayar alanı

L_k : Arkın karakteristiği

Sabit gerilimli tip kaynak makinelerinde gerekli akım şiddeti, elektrodun, ilerleme hızıyla ayarlanır. Bunun için kaynağa başlamadan önce gerekli ayarlar istenen kaynak gerilimi ve tel hızı ile ayarlanarak, kaynak akımı hemen tespit edilmiş olur. Kaynak yaparken kaynak karakteristiklerini doğrudan doğruya telin ilerleme hızına tesir ederek büyük bir alan içerisinde değiştirmek mümkündür.

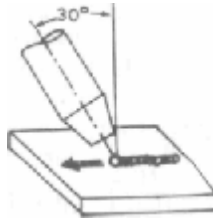
Şekil 16'da (A) ile gösterilen nokta (L_k) ark karakteristiği ile (Kg) sabit gerili karakteristiğinin kesiştiği çalışma noktasıdır. Elektrot, yine aynı şeklin sağ tarafında bulunan (M) motoru tarafından sabit bir hız ile parçaya doğru sevk edilmektedir. Eğer ark boyu sabit kalırsa, daima (A) çalışma noktasında kalırız.

Herhangi bir şekilde ark boyu aniden büyürse, (L_k) ark karakteristiği paralel olarak kayıp (L_k) konumuna geçer ve yeni çalışma noktası (A)ye gelir. Bunun neticesinde de büyük I farkı hâsil olur ve bu an için erime gücü azalır, I farkına mukabil farkı gayet azdır. Telin sabit bir hızla şevki neticesinde ark boyu otomatikman eski haline geçer. Bu tip kaynak makinelerine sabit gerilimli ($C_p = \text{Constant Potential}$) akım membaı adı verilir.

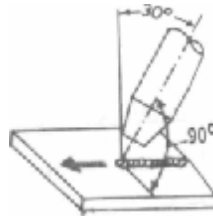
4.3-Çalışma tekniği

Prensip olarak bilinen dikiş şekilleri MIG usulü ile kaynak yapılabilir. Yatay pozisyondaki dikişler hem el hem de otomatik olarak kaynak edilebilir. Buna mukabil zor pozisyonlarda yalnız el kaynağı kullanılır. Genel anlamda MIG usulünün tekniği, kaynak yapılacak malzemenin cinsine, kaynak ve ısı iletme kabiliyetine, ağız şekline ve kaynak pozisyonuna bağlıdır.

Kaynak dikişinin yüksekliği, genişliği ve nüfuziyet miktarı, aynı hımlaç tutuluşunda kaynak gerilimini, kaynak akım şiddetini ve kaynak hızını değiştirerek ayarlanabilir. Akım şiddeti yükseldikçe nüfuziyet artar, buna mukabil dikiş genişliği ve yüksekliği azalır. Kaynak geriliminin ve hızının yüksel de, dikişin genişliğine ters istikamette en fazla 30'lik bir eğimli tutularak kaynak yapılırsa (şekil 16), bu halde daha çok, kısmen mekanize edilmiş MIG usulünün bütün pozisyonlara uygulama tarzı hatıra gelir. Böylece kaynakçı, kaynak banyosuna ve elektrodun erime işlemine kolayca bakabilir. Eğer bu meyil fazlalaşır, nüfuziyet azalır ve dikişte inceler. Bu takdirde de kaynak hızının yükseltilmesi gerekir. Aksi takdirde, kaynak banyosunun önünde bir yığılma olur ve aynı zamanda dikişte kalıntı ve gözenekleri teşekkülüne sebebiyet verir. Fazla eğim diğer taraftan koruyucu gaz akımına da tesir ettiğinden gazın koruma kabiliyeti de azalır. Böyle bir çalışma, bilhassa ince dikişlerin ve kök pasoların kaynak edilmesinde kullanılır.



Şekil 17-Hamlacın kaynak yönüne ters istikamette bir eğime sahip olması hali



Şekil 18-Hamlacın kaynak yönünde bir meyle sahip olması hali

Eğer derin bir nüfuziyet ve kalın bir kaynak pasosunun sağlanması bahis konusu ise, bu

takdirde hamlaca kaynak yönüne doğru en fazla 30 'lık bir eğim verilir (Şekil. 8). Böyle bir çalışmanın en fazla uygulandığı hal, oluk pozisyonundaki tam metanize MIG usulü kaynaklardır.

Yüksek akım şiddeti ile yapılan kaynakta geçiş direncinin küçük olması bir mahzur teşkil eder. Bunun için parçanın dikkatli bir şekilde kutuplandırılması gerekir. Kaynak yapılacak parçanın kutuplanmış masaya gelişigüzel bırakılması yeterli değildir. Üfleminin artmasına kutup bağlantısının yerini değiştirerek mani olunmalıdır.

5-MAG KAYNAĞI

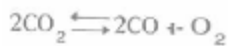
CO₂ atmosfer altında yapılan MAG kaynağının "Metal Activ Gas", normal MIG kaynağından farkı, yalnız kullanılan gazdadır. Yani karbondioksit atmosferi altında kaynak yaparken ayrı bir kaynak donanımına ihtiyaç yoktur.

TIG/WIG ve MIG kaynaklarında kullanılan argon gazının pahalı olması dolayısıyla, daha ucuza elde edilen gazların kullanılması için yapılan araştırmalar sonunda en uygun gazın karbondioksit olduğu görülmüştür.

Alüminyum, magnezyum ve alaşımları gibi kolay oksitleşen malzemelerin kaynağında, karbondioksitin koruyucu gaz olarak kullanılması söz konusu değildir. Günümüzde bu usul, bilhassa çeliğin kaynağında büyük üstünlükler sağladığından, geniş çapta kullanılmaktadır. Piyasada bulunan çeşitli donanımları, tel ve koruyucu gazı değiştirerek hem MIG, hem de MAG kaynaklarında kullanmak mümkündür.

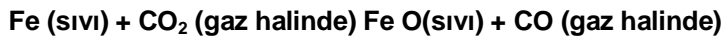
5.1-Karbondioksit kaynak atmosferi

Karbondioksit, argon gazının aksine monoatomik bir gaz olmadığı için, yüksek ark sıcaklığında aşağıdaki denkleme göre karbonmonoksit ve oksijene ayrışır:



6500 K sıcaklığında karbondioksit tamamen (CO ve O) dissosiasyona uğrar. Serbest oksijen erimiş banyodaki elemanlarla birleşir, Karbondioksitin yüksek sıcaklıktaki dissosiasyonu endotermik bir reaksiyondur. Hemen iyonize olan gaz akımı, kaynak parçasının metalik demiri tarafından alınır ve tekrar atomların molekül halinde birleşmesini sağlar. Burada serbest hale geçen dissosiasyon ısı, derin bir nüfuziyet meydana getirir.

Sıvı haldeki demir aşağıdaki denkleme göre karbondioksit tarafından oksidasyona uğrar:



Demiroksit diğer taraftan mangan ve silisyumla birleşerek, neticede mangan ve silisyum yanmasına sebep olur. Mangan ve silisyumun yanma dolayısıyla yüksek miktardaki kaybının kaynak telinin bileşimi veya kullanılan ilave bir tozla karşılanması gerekir.



Bu denkleme göre ya bir karbon azalması ya da karbon fazlalaşması meydana gelir. Tecrübeler, eğer kullanılan kaynak telinin karbon miktarı % 0.09'un altında ise, bir karbon fazlalaşması ve üstünde ise, karbon azalmasının meydana geldiğini göstermiştir.

MAG Kaynağında kullanılan karbondioksitin saf ve kuru olması önemlidir. Karbondioksitte bulunan rutubet bağlantıya gevreklik verir ve kaynak yerinde balık gözlerinin oluşmasına neden olur. Diğer taraftan karbondioksitin bileşiminde bulunan oksijen ve azotun da düşük olması gerekir. Fazla miktarda azot ve oksijen mekanik özellikleri fenalaştırır. MAG kaynağında kullanılan karbondioksitin safiyet derecesi % 99,7 civarında bulunur. Aynı cins kaynak teli ve değişik kaliteli karbondioksitin kullanılması halinde, farklı özellikleri haiz kaynak dikişleri elde edilir.

Karbondioksit sıvı halinde ve çeşitli büyüklükteki çelik tüpler içinde piyasaya ar/edilir. Kullanma sırasında sıvı halindeki karbondioksit gaz haline geçer. Büyük miktarlardaki gaz sarfiyatlarında, yani gaz çekilmesinde, gerek sıvının gerekse gazın geçtiği ayar organlarının sıcaklığı çekilen gaz miktarına bağlı olarak gayet çabuk düşer. Böylece gaz, asit karboniğe dönüşür ve ayar organları çalışamaz hale gelir. Bu sebepten ötürü fazla miktardaki gaz çekilmelerinde birkaç tüpün paralel bağlanması veya elektrikli bir 5n ısıtıcının kullanılması icabeder.

Argon ve karbondioksit gazı için aynı ölçü aleti kullanılır; yalnız karbondioksit, argon ve helyumdan daha yoğun olduğundan, ölçü aletinin karbondioksit için yeniden ayarlanması gerekir.

1 Kg. sıvı karbondioksit = 540 litre (0.540 m³) gaz CO₂

1.85 Kg. Sıvı karbondioksit =1000 litre (1.0 m³) gaz CO₂

5.2-Kaynak donanımı ve telin erimesi

MAG Kaynak donanımı, daha evvel de belirttiğimiz üzere, argon gazı ile çalışan MIG kaynak donanımının aynıdır. Bu donanım bir tel makası, tel hareket mekanizması, karbondioksit tüpü, ayar cihazı, birçok hortum ve kaynak tabancasından ibarettir. MIG usulünde kullanılan kaynak tabancalarını (hamlaçlarını) -MAG-kaynağında da kullanabiliriz. Burada bilhassa gaz akışının laminer olmasına dikkat edilmelidir. Her ne kadar karbondioksitin kritik hızı, hafif olan argondan takriben yarım kat daha büyük ise de, umumiyetle argon memesinin büyüklüğü yeterlidir.

MAG Kaynağında, akım şekli o.arak yalnız doğru akım söz konusudur. Bu da kaynak jeneratörüne ya da kaynak redresörüne ihtiyaç gösterir. Pratikte ekseriya ters kutuplama ile kaynak yapılır. İyi bir netice almak için akım membainin çıkış geriliminin akıma bağlı olmaması gerekir. Bu şartı da sabit gerilimli kaynak makineleri yerine getirmektedir.

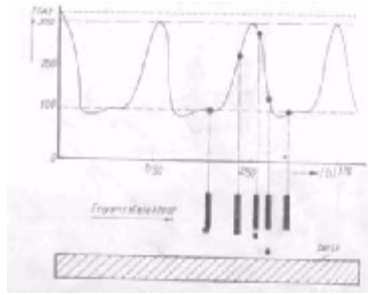
Erime gücü akım şiddetinin bir fonksiyonudur. Aynı akım şiddetinde ve 1.6 mm.lik tel üzerinde MIG usulü ile mukayese edildiği zaman, MAG kaynağının argon gazına nazaran daha yüksek bir erime gücüne sahip olduğu görülür. Aradaki fark takriben 1 Kg/saat'a erişmektedir.

Çıplak elektrotla yapılan MAG kaynağında aşağıdaki neticeler elde edilmiştir:

- Kaynak esnasında elektrot, sivri bir şekilde erimez. Erime meyilli olur.
- Damlalar elektrodun eğri tarafında oluşur.
- MAG Kaynağında, damlalar MIG kaynağına nazaran daha büyüktür.
- Sıçrama kaybı, MIG kaynağına göre daha azdır.
- Ark boyu, MIG kaynağına nazaran daha kısadır.

5.3-Darbeli MIG ya da MAG Kaynağı

Darbeli (impuls'lu) MIG veya MAG kaynağında damla geçişi ayarlıdır. Bu usulde kaynak akımının akışı zamana bağlı olarak bir minimum ile bir maksimum arasında değişir. (Şekil-18) Böylece damlaların geçişine kumanda edilmiş olur. Bugün saniyede 25,33,50 veya 100 darbeli kaynak akımı kullanılmaktadır.



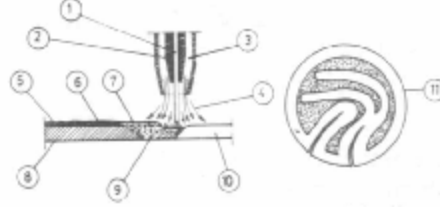
Şekil 19- Darbeli MIG/MAG kaynağında akımın zamana bağlı olarak akışı

5.4- Kaynak tekniği ve kaynak telleri

MAG Kaynak usulünde çalışırken, MIG kaynağına nazaran ark daha kısa tutulur. Kaynak teli ile parça arasındaki mesafe takriben 1 ilâ 2 mm.dir. Kaynak tabancası mümkün mertebe -parçaya dik bir şekilde tutulur. Ark boyu büyürse, kaynak dikişinin içerisinde faz kabarcıkları kalır. Yani gözenekli bir kaynak dikişi elde edilir. Kaynağın yapılış şekli tamamen MIG Kaynağının aynıdır. Kök pasosu ileri-geri hareketle çekilir. El ile yapılan MAG Kaynağını bütün pozisyonlara uygulamak mümkündür.

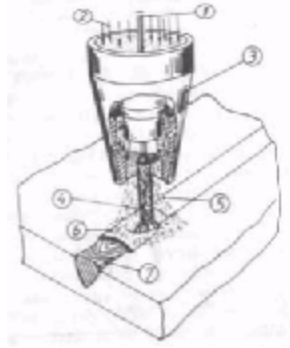
- Alaşimsız çelik teller Bunların yalnız manganez ve silisyum miktarları biraz fazladır.
- Alaşimli teller: Bunlar özel işlerde kullanılır. Zirkonyum ve titanyum gibi deoksidan maddelerle alaşımlandırılmış kaynak telleridir.
- Kenetli teller: Bu teller ince bantların aralarında bir toz ile birlikte sarılmasıyla elde edilir. Sonra bunlar normal tel çapında çekilir (Şekil 20).

- d. Toz ilaveli çelik teller: Ark teşekkül etmeden kısa bir süre Önce toz halindeki dekapan magnetik olarak çelik tele yapışır ve sonra oluşan arka geçer. (Şekil 21).



Şekil 20- MAG Kaynağında kenetli tel kullanarak yapılan kaynak usulünün şematik görünüşü (koruyucu gaz cüruf kombinezonu)

1. Kenetli kaynak teli
2. Telin geçtiği kovan
3. Karbondioksit memesi
4. Karbondioksit gazı atmosferi
5. Katı cüruf
6. Sünek cüruf
7. Sıvı cüruf
8. Katılaşmış metal
9. Sıvı metal
10. Esas metal
11. Kenetli telin kesiti



Şekil 21- MAG kaynağında toz ilaveli-çelik tel kullanarak yapılan kaynak usulünün şematik görünüşü (koruyucu gaz – cüruf kombinezonu)

1. Kaynak teli
2. Koruyucu gaz ve toz halindeki cüruf yapıcı maddeler
3. Meme
4. Kaynak teline yapışmış cüruf yapıcı tozlar
5. Koruyucu gaz (CO₂)
6. Cüruf
7. Kaynak dikişi

Çeliğin kaynağında MAG usulünün, MIG usulüne nazaran başlıca üstünlüklerini şöyle sıralayabiliriz:

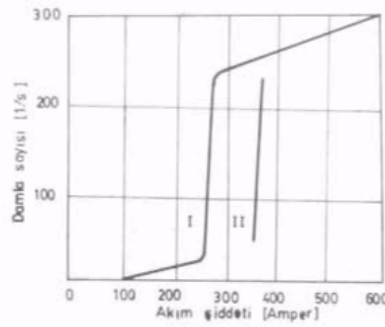
- a. Karbondioksit, argon gazına nazaran daha ucuz olduğu için; gaz masrafı çok azdır.

- b. Aynı hacimli tüplere, argon gazına nispeten takriben üç misli daha fazla karbonmonoksit konur. (CO₂ sıvı halinde nakledildiği zaman)
- c. MAG kaynağında, MIG kaynağına nazaran daha derin bir nüfuziyet sağlar.
- d. Daha yüksek kaynak hızı ile çalışılır.
- e. MAG kaynağında hâsıl olan ultraviyole ışınlar, MIG kaynağına nazaran daha zayıftır. Bundan ötürü de daha açık renkli kaynak maske camları ile çalışılır.

6- KISA ARK BOYU İLE MAG KAYNAĞI

Prencip itibariyle MIG veya MAG kaynağına benzeyen bu usulde, ark boyu normal MAG kaynağındaki ark boyundan daha kısa ve kullanılan kaynak telinin çapı da daha incedir. Bunun neticesinde de kaynak telinden eriyerek esas metale geçen damlalar daha iri olmakta ve böylece esas metale verilen ısı miktarı azaldığından, bilhassa ince sacların kaynağında üstünlük sağlamaktadır.

Burada, karbonlu çeliğin, % 3 oksijen karıştırılmış argon gazı kullanarak yapılan MIG kaynağı ile argon, karbondioksit ve oksijen gaz karışımının kullanıldığı MAG kaynağındaki damla geçişi sayısını, akım şiddetine bağlı olarak inceleyelim. Normal MIG kaynağında damla geçişi, suyun bir duştan akışı gibi duş şeklindedir. Diğer bir deyimle damlalar çok ince taneli olup, akımın geçtiği telin ucundan doğru şeklinde (yani çizgisel olarak) kaynak yapılan parçaya geçer. Normal bir akım şiddetiyle telin yüklenmesinde 6 mm.lik ark boyu için, damlaların (partiküllerin) geçiş hızı da 2 ila 4 m/san.dır. Bu hız aynı kalmaz artar. Parçaya çarptığı zamanki hızı, telin ucundan çıkan hızın % 50 İla 100'ü kadar daha fazladır. 1.6 mm çapındaki tel ve normal akım şiddetiyle yapılan kaynakta bir damlacığın ağırlığı takriben 7/1000 gramdır. Bu da 5 kg/saat'lik bir erime gücüne tekabül edip, saniyede geçen damlalar sayısının da 200 civarında olduğunu gösterir. Eğer akım şiddeti artarsa, şekil 22'de olduğu gibi, geçen damla sayısı da artar ve damla büyüklüğü de değişir. Bu halde artık damlaların takip ettiği yol tam çizgisel değildir ve fırlayarak gideceği yere çarpar.

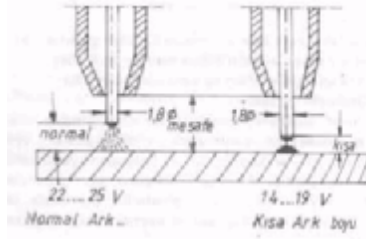


Şekil 22- Karbonlu çeliğin MIG kaynağında damla sayısının akım şiddetiyle değişmesi

- I: % 3 oksijen karıştırılmış argon atmosferinde yapılan kaynak
- II: argon, karbondioksit ve oksijen atmosferinde yapılan kaynak

Şekil 22, kaynak akım şiddetinin 260 Amperden 280 Ampere çıkması halinde, saniyede geçen damla sayısının da takriben 15'den 240'a kadar yükseldiğini göstermektedir. (I) numaralı eğri manganez ve silisyumla hafif alaşımlandırılmış bir karbonlu çelik telin % 3 oksijen karıştırılmış argon atmosferi altında yapılan kaynağına ait hali; (II) numaralı eğri de aynı telin argon, karbondioksit ve oksijen karışımından ibaret bir gaz atmosferi altında yapılan kaynaktaki durumunu göstermektedir. Burada koruyucu gazın karbondioksit ihtiva etmesiyle geçiş noktası yüksek akım şiddetine doğru kuvvetle kaymakta ve böylece iri taneli metal geçişine faydalı olmaktadır.

Geçiş noktasının yeri, koruyucu gazın bileşiminin yanında, telin serbest ucunun uzunluğu ile bunun ısınması ve telin ihtiva ettiği alaşım elemanına da bağlıdır. Kısa ark boyu ile yapılan kaynakta metal geçişi iri tanelidir. (Şekil 23).



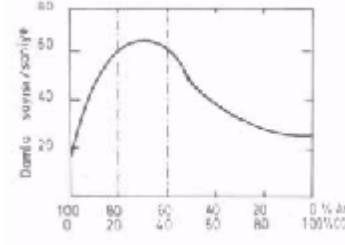
Şekil 23- Duş şeklindeki bir metal geçişi ile kısa ark boyunda yapılan kaynaktaki durum

Kısa ark boyu ile yapılan kaynakta elektrodun ucunda oluşan damla yandan düşer ve parçaya geçmek üzere yolunu arar. Bu da, kısa ark boy ile yapılan kaynağın tipik özellikleridir. Bu usul, genellikle ark boyunun kısalığı, metal geçişinin iri taneli oluşu, kullanılan kaynak telini inceliği (0.6-0.8-1.0 ve 1.2 mm. çaplarında), ark geriliminin ve akım şiddetinin düşüklüğü ile normal MIG ve MAG kaynağından ayrılır.

Şekil 23'de görülen işlem saniyede 2- 140 defa tekrarlanmakta ve buna aşağıdaki faktörler tesir etmektedir:

- Kullanılan koruyucu gazın cinsi (gaz karışımı, argon veya CO₂ gibi)
- Telin özgür yüklenmesi
- Ark boyu
- Telin memenin dışında kalan serbest kısmının uzunluğu
- Akım membainin statik ve dinamik özellikleri

Koruyucu gazın, damlaların geçiş frekansı (yani saniyede geçen damla sayısı) üzerine olan tesiri şekil 24'de görülmektedir. Burada değişebilen diğer faktörler sabit tutulmuştur. % 60-80 Argon ile % 20-40 karbondioksit karışımı en yüksek damla geçiş frekansını vermektedir



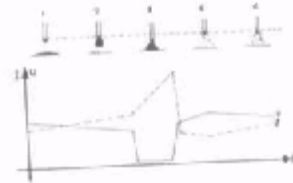
Şekil 24- Damların geçiş frekansı üzerine karbondioksit ile argon karışımının tesiri

6.1- Kaynak donanımı ve akım membaı

Normal MAG ve MIG kaynak usullerinde kullanılan aynı kaynak donanımları gibi, kısa ark boyu ile yapılan MAG kaynağı donanımında da aşağıdaki kısımlar bulunur:

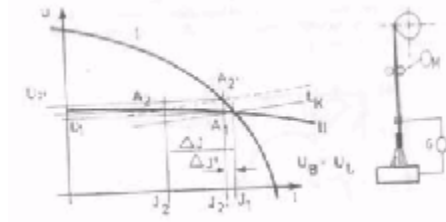
- a- Akım membaı
- b-Tel hareket mekanizması
- c- Kumanda cihazı
- d- Kaynak hamlacı (tabancası) ve kablolar

Kısa ark boyu ile yapılan MAG kaynağında kullanılacak akım membaının yalnız statik değil, dinamik Özelliklerinin de ince tellerle yapılan MAG kaynağı tekniğine cevap vermesi istenir. Akım membaının Şekil 25'de görülen ark işlemini yerine getirmesi ve buna uyması gerekir. Akım membaının ayrıca ark boyunun durumundan da mesul olduğunu unutmamak gerekir.



Şekil 25- Karbondioksit atmosferi altında ve kısa ark boyu ile yapılan kaynakta, akım şiddeti ve ark geriliminin damlaların geçiş sırasındaki değişiminin şematik olarak gösterilişi

Kısa ark boyu ve kaynak telleriyle yapılan MAG kaynağı tekniğinde, piyasada rastlanan akım membaılarının statik karakteristikleri çok hafif düşen tiptir (sabit gerilim karakteristiğine yakın). Şekil 26'da durumu yakından inceleyelim.



Şekil 26-Düşen, alçalan ve çok hafif düşen (sabit gerilime yakın) statik karakteristikli akım membarları

I: Düşen (alçalan) statik karakteristik

II, Çok hafif düşen (sabit gerilimliye yakın) statik karakteristikli

L_k: Arkın karakteristiği

(A₁) noktası ark karakteristiğinin düşen (alçalan) tip karakteristik ile (I) çok hafif düşen tip karakteristiğinin kesim noktasıdır. (A) noktasına tekabül eden ark gerilimi (U₁) ve akım şiddeti de (J₁)dir. Yandaki şematik şekil üzerinde görülen tel hareket motoru ile kaynak yerine tel sabit hızla otomatik olarak gelecek ve bu süre zarfında da ark boyu sabit kalacaktır. Fakat herhangi bir şekilde ark boyu biraz artarsa (L_k) ark karakteristiğinin (I) ve (II) numaralı karakteristiklerle kesim noktası (A₂) ve (A'₂) olacaktır. Böylece (I) numaralı karakteristikte (AJ) ve (II) numaralı karakteristikte de (AJ) kadar akım şiddetinin değişmesi ister İstemez çok kısa süre içerisinde gücünü azaltacaktır. Bunun neticesi olarak da, sabit hızlı tel hareket mekanizmasıyla ark boyu otomatikman ilk haline gelecektir.

Alçalan tip karakteristikli makinedeki (AJ) kadar akımın azalması çok kısa süre içerisinde erime gücünü düşüremediğinden ark boyu ilk haline hemen gelemez. Bunun için, bu halde telin İlerleme hızını bizatihi çok yükseltmek gerekir ki, ark eski boyuna gelebilsin.

Kısa ark boyu ile yapılan kaynakta, periyodik olarak arkta meydana gelen kısa devrelerle ark uzunluğu değişmekte ve hemen de ark ile başlangıçtaki boyuna çok çabuk erişmektedir. Bu da, ancak çok hafif alçalan statik karakteristikli akım membar ile sağlanmaktadır. Bu tip makinelerde ark boyu ile tel ilerletme motoru arasında iyi bir ayar devresi mevcuttur.

Kısa ark boyu ile yapılan MAG kaynağında kullanılan kaynak tellerinin ince olması dolayısıyla, bunların hamlaçları ayrı bir özellik taşır. Bazı kaynak hamlaçlarında tel hareket mekanizması hamlacın içerisinde bulunur ve kangalda hamlaca takılır. Böylece gayet ince çaplardaki tel de ilerlerken herhangi bir kıvrılma olmaz.

6.2-Kullanma yerleri

Kısa ark boyu ile yapılan MAG kaynağı bilhassa karbonlu ince çelik saçların birleştirilmesinde geniş bir kullanma alanına sahiptir. Aralık doldurma kabiliyeti iyi olduğundan, muntazam olarak hazırlanamayan ağızların birleştirilmesinde kolaylık sağlar. Meselâ, 1.8 mm. kalınlığındaki iki

karbonlu çelik sacın birleştirilmesinde aradaki mesafe 6 mm olmasına rağmen, kolaylıkla köprü kurulabilmektedir.

7- Çift koruyucu gazla yapılan kaynak usulleri

Koruyucu gazla kaynak yapma tekniği daima gelişme halinde olan bir usuldür. Başlangıçta yalnız hidrojen ve sonraları da helyum ile argon gazlarının koruyucu gaz olarak kullanılmasına rağmen, daha sonraları da karbondioksit ve bunun çeşitli alternatifleriyle MAG usulü büyük çapta gelişme göstermiştir. Diğer gazların kullanılması için son çalışmalarda azot ve klor gazları da teklif edilmiştir.

Erimiş banyonun tam olarak korunması gerektiği hallerde, birbirinin üzerini örten iki koruyucu gaz atmosferinin kullanılması İleri sürülmüştür. Meselâ, titanyum alaşımlarının kaynağında iç kısmın argon dış kısmında helyum veya tersi atmosferinde korunması bahis konusudur. Aynı zamanda kaynak dikişinin ters tarafı da ilave bir tertibatla korunur.

MIG usulü İle kaynak yapılan hafif metallerdeki poroziyeteye, asgari miktarda bulunan hidrojen muhtevasının sebep olduğu, yapılan geniş araştırmalar sonucu öğrenilmiştir. Bu hidrojen, koruyucu gaza mesela, kaynak telinin üzerinde bulunan oksit tabakasından veya yine tel üzerindeki gayet İnce bir yağ veyahut kirden geçebilir.

Argon veya helyuma az miktarda klor gazının ilavesi hidrojenin sebep olduğu bütün tesirleri yok eder.

Bu gaye için geliştirilen üç yeni usul şunlardır:

a-"Oualiweld" Usulü

Oualiweld usulünde, normal MIG kaynağından farklı olarak, tabancanın telinin sevk edildiği kanaldan ayrı bir koruyucu gaz sevk edilir. Bu da helyum veya argonla karışık klor gazıdır. Normal koruyucu gaz memesinden de argon veya helyum gazı gönderilir. Bu usulde, cihazın iç kısımları nikel kaplıdır ve kaynak dikişi de gözeneksizdir.

b-"Econoweld" Usulü

Bu usul, MIG kaynağının hafif metallere uygulamasını ucuzlatmak gayesiyle, ekonomiklik noktayı nazarından geliştirilmiştir. Kaynak telinin sevk edildiği kanaldan argon veya helyum gazı geçirilir. Normal koruyucu gaz kanalında da azot sevk edilir. Böylece normal MIG usulüne göre elde edilen gaz tasarrufu % 34 kadardır. Econoweld usulünü, yüksek kaliteli dikişlerin istenmediği hafif metallerin normal kaynak işlerinde kullanılır.

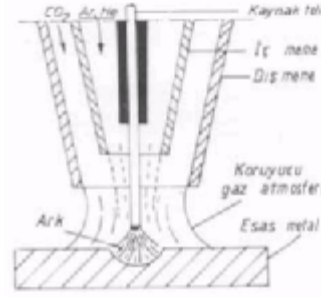
c- "Chlorecon" Usulü

Bu usul, ucuz fakat yatay pozisyonda yüksek kaliteli kaynak dikişleri elde etmek için geliştirilmiştir. Telin sevk edildiği kanaldan klor gazı ile karışık argon veya helyum gazı gönderilmektedir. Normal gaz kanalından da argon veya argon-helyum karışımı veyahutta helyum gazı

kullanılmaktadır. Oualiweld usulü ile arasındaki fark, kullanılan koruyucu gazda değil dış gaz zarfındaki çıkış hızının çok küçük olmasındadır. Argon gazı ile yapılan MIG kaynağına nazaran elde edilen tasarruf takriben % 10 kadardır.

7.1-"MAGCI" USULÜ

MAGCI Usulünde de çift koruyucu gaz kullanılmaktadır. Fakat burada çift gaz memesi vardır. Birinci yani iç memeden de karbondioksit gazı sevk edilir. MAG'ın sonundaki "C" harfi "CO₂" ve "I" harfi de "Inert"i ifade etmektedir. Bu bir patent usulüdür. 11.10.1979 "Kohlensaurewerke C.G. Rommenhöller GmbH. -3490 Bac Drilewig-Herste" firması tarafından patenti alınmıştır (Şekil 27).



Şekil 17- MAGCI Usulü (Şematik)

MAGCI usulünde kullanılan gazın % 15-20'i Argon veya helyum % 80-85'i de karbondioksittir. 4,8, 10,12 ve 15 mm. kalınlıklarda tam otomatik olarak kullanılabilir. Bilhassa yapı çeliklerinin sıçramasız gazaltı kaynağında gayet uygun mekanik değerler vermiştir. Çift koruyucu gazlı yapı çeliklerinin kaynağında sıçrama asgariye indirilmiştir.