

KAYNAĞIN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

Kaynak tekniğinin geçmişi 3500 yıl öncesine dayanmakta olup , insanoğlunun o yıllarda iki metal parçasını sıcak ya da soğuk halde ekileyip kaynak ederek birleştirmeyi gerçekleştirdiği çeşitli müzelerdeki orta bronz devrine ait örneklere anlaşılmaktadır. Kaynak yönteminin endüstriyel uygulamaları ise 19. yüzyılın ikinci yarısında başlamış olup , oksijenin endüstride kullanımını ile birçok alanda olduğu gibi kaynak teknolojisinde de gelişmeler görölmüş ve oksit – asetilen kaynağının yaygınlaşmasını sağlamıştır.

Metal veya plastik malzemeleri aynı cinsten ya da ergime aralığı yakın başka bir malzeme katarak veya katmadan ısı , basınç ya da her ikisini de birleştirmeye kaynak adı verilir. Kaynak , diğer birleştirme şekilleri olan perçin , civata , lehimleme ile yapıştırma işlemlerine nazaran ağırlık , işçilik , sızdırmazlık , ucuzluk , imalat kolaylığı gibi üstünlükleri olan ve şekil sürekliliği gösteren bir birleştirme usulüdür.

Kaynak , işlem cinsine göre eritme ve basınç kaynağı olarak iki ana gruba ayrılır ;

1) Eritme Kaynağı : Malzemeyi yalnız sıcaklığın tesiri ile bölgesel olarak (sınırlandırılmış bir kısmını) eritip , bir ilave metal katarak veya katmadan birleştirmektir.

şekil 1 İlave metal kullanarak ve kullanmayarak gerçekleştirilen eritme kaynakları

2) Basınç Kaynağı : Malzemeyi dışarıdan ısı uygulayarak veya uygulamadan , genellikle ilave metal kullanmaksızın basınç altında bölgesel olarak ısıtıp birleştirmektedir.

şekil 2 Isı uygulayarak ve uygulamadan gerçekteştirilen basınç kaynakları

Metal kaynağının alt dalları olan eritme ve basınç kaynakları da kendi aralarında çeşitli dallara ayrılır

A) Eritme Kaynağı :

- 1) Döküm eritme kaynağı
- 2) Elektrik direnç eritme kaynağı
- 3) Gaz eritme kaynağı
- 4) Elektrik ark kaynağı
 - 4.a.) Karbon arkı ile kaynak
 - 4.b.) Metal arkı ile kaynak
 - 4.c.) Koruyucu gaz ile kaynak (Gaz altı kaynağı)
 - 4.a.1.) TIG Kaynağı
 - 4.a.1.1.) Normal TIG kaynağı
 - 4.a.1.2.) Plazma TIG kaynağı
 - 4.a.1.3.) Ark Atom kaynağı
 - 4.a.2.) MIG Kaynağı
 - 4.a.2.1.) Normal MIG kaynağı
 - 4.a.2.2.) Aktif gazla MIG kaynağı
 - 4.d.) Metal koruyucu altında (yalıtılmış elektrod ile) kaynak
 - 4.e.) Tozaltı kaynağı
- 5) Elektron bombardımanı ile kaynak
- 6) Lâzer ışını ile kaynak

B) Basınç Kaynağı :

- 1) Soğuk basınç kaynağı
- 2) Ultrasonik kaynak
- 3) Sürtünme kaynağı
- 4) Ocak kaynağı
- 5) Döküm basınç kaynağı
- 6) Gaz basınç kaynağı
- 7) Elektrik direnç kaynağı
- 8) Elektrik ark basınç kaynağı
- 9) Difüzyon kaynağı

1.GAZALTI KAYNAK YÖNTEMİ

Örtülü elektrod ile ark kaynağında , elektrod örtüsünün görevlerinden en önemlisi ve vazgeçilmez olanı , bir koruyucu gaz atmosferi oluşturarak , kaynak banyosunu havanın oksijen ve azotun olumsuz etkilerinden korumasıdır. Kaynak bölgesinin bir gaz atmosferi tarafından koruduğu eritme kaynağı yöntemleri genel olarak gazaltı kaynak yöntemleri diye adlandırılır.

Gazaltı kaynak yöntemi , genel olarak kaynak yeri koruyucu bir gazla korunan özel bir kaynak yöntemidir. İlk defa 1926 yılında ortaya atılan Alexander usulünde dikiş metanol gazı ile korunmuş , daha sonraları 1928’de geliştirilen ve hem bir elektrod hem de oksii-asetilen alevinin birlikte kullanıldığı Arcogen usulünde ise kaynak dikişinin havanın tesirinden korunması üfleç alevi ile sağlanmıştır.

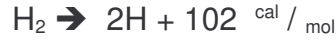
Koruyucu gaz olarak soy bir gazın kullanımı fikri 1920’li yıllarda düşünölmeye başlanmasına rağmen yaygın biçimde kullanıma geçilmesi 1930’lu yılları bulmuştur. O yıllarda örtülü elektrodlerdeki büyük gelişmeler , uygulama kolaylığı , çeşitlilik ve örtülü elektrod yönteminin endüstri talep ve gereksinimlerini karşılaması , pahalı soy gaz korumalı gazaltı kaynak yöntemlerinin gelişmesini önlemiştir. Ancak , 1930 yılında ABD’de Henry M. Hobart ve Philip K. Dewers koruyucu gaz olarak soy bir gazın kullanımı patentini almış ve ilk defa 1940 yılında “ Nortrop Aircraft Company Inc. ” tarafından uçak inşaatında magnezyum ve alaşımlarının kaynağında helyum gazı kullanılmıştır. Soy gazlardan başka kaynak yerinden aktif bir gazın kullanılması konusundaki ilk çalışmalar 1952 senesinde CO₂ gazının kullanımı ile başlamış olup günümüzde çeşitli soy gaz ve aktif gazların kullanıldığı , donanım olarak aynı , fakat gaz karışımı olarak farklı değişik gazaltı kaynak yöntemleri mevcuttur.

Gazaltı kaynağında arkın teşekkülü için kullanılan elektrod malzemesi ve koruyucu gazın cinsine göre , aşağıdaki gibi sınıflandırma yapılabilir:

- a) Erimeyen elektrotla yapılan gazaltı
 - a.1.) Erimeyen iki elektrotla yapılan gazaltı kaynağı (Ark Atom Kaynağı)
 - a.2.) Erimeyen bir elektrotla yapılan gazaltı kaynağı (TIG)
- b) Eriyen elektrotla yapılan gazaltı kaynağı
 - b.1.) Çıplak elektrotla soy gaz atmosferi altında gazaltı kaynağı (MIG)
 - b.2.) Eriyen metal elektrod ile , karbondioksit atmosferi altında gazaltı kaynağı (MAG)

1.1. ATOMİK HİDROJEN KAYNAĞI

Atomik hidrojen kaynağı en eski gazaltı kaynak yöntemidir. Bu metotta ark bir tutucuya bağlanmış tungsten elektrod vasıtası ile oluşturulur. İş parçasının elektrik devresi ile bağlantısı mevcut değildir. Koruyucu gaz olarak kullanılan hidrojen gazı ark boyunca hareket ederek yüksek sıcaklıkta aşağıdaki denkleme göre moleküler halden atomik hale geçer.



Sistemden ısı olarak oluşan kararsız haldeki atomik hidrojen tekrar moleküler hale geçerek atmosferik hidrojenle birleşir ve yanar. Hidrojen atomlarının birleşmeleri ve daha sonra oksijenle yanması çok belirgin bir bölgesel ısıtma etkisine sahip alev teşekkülüne sebep olur. Alev sıcaklığı diğer gazların alev sıcaklığından daha yüksektir ve 4000° civarındadır. Isı tesiri altında kalan çok dar bir bölgede çok yüksek bir sıcaklık değeri ve çalışma hızına ulaşabilir. Ark için alternatif akım kullanılır.

Şekil 1.1 Atomik hidrojen kaynağı düzeneği

1.2. TIG KAYNAğI

Tungsten Inert Gas kelimelerinin ilk harflerinden oluşan TIG kelimesi ile adlandırılan bu yöntemde kaynak için gerekli ısı enerjisi , bir tungsten elektrod ile iş parçası arasında oluşturulan arkla sağlanmakta ve kaynak bölgesi de elektrodu çevreleyen bir lüleden gönderilen soy gaz (Helyum veya Argon) tarafından korunmaktadır. Koruyucu gazın soy bir gaz olması dolayısıyla oksidasyon ve nitrür teşekkülü gibi istenmeyen haller önlenmektedir. Kaynak işlemi esnasında torç yatay ile 80-90° açı yapacak şekilde tutulurken , ilave metal gerektiren durumlarda elektrod yatayla 10-30° açı yapacak şekilde ayarlanır. (Şekil 1.2)

Şekil 1.2 TIG kaynak yönteminde ark bölgesi

TIG kaynak yöntemi ilk defa 1930' lu yılların ortalarında denenmiş ve ABD 'de ikinci Dünya savaşı sırasında özellikle alüminyum alaşımlarının ve paslanmaz çeliklerin kaynağında yoğun bir biçimde uygulanmıştır. ABD' de doğal gazdan bol miktarda helyum elde edilebildiğinden koruyucu gaz olarak helyum kullanılmış ve bu neden ile yöntem Heliark adı ile anılmıştır. Avrupa' da helyum bulunmayışı , yöntemin havadan ayrıştırılan argon ile uygulanmasına neden olmuş ve bu bakımdan da yöntem Argonark adı ile tanınmıştır.

İlk geliştirme yıllarında sadece havacılık endüstrisinde uygulama alanı bulmuş olan bu kaynak yöntemi deneysel ölçüde , magnezyum alaşımlı parçaların birleştirilmesinde kullanılmış ve alınan doyurucu sonuçlar , yöntemin endüstrinin diğer alanlarında da uygulanabilirliği kanıtlanmış ve alaşımlar ile paslanmaz çeliklerin kaynağında çok aranan bir yöntem haline gelmiştir.

Alışagelmış kaynak yöntemlerinde kullanılan korozif örtü ve flakslar , kaynaklı parçaların ancak sınırlı alanlarda kullanılmasına olanak tanıdığından , özellikle hafif metallerin alaşımlarından yapılmış kaynaklı parçaların endüstriyel kullanımını kısıtlıyordu. TIG yönteminin geliştirilmesi sonucu , hafif alaşımlar için yeni kullanım alanları açılmış , korozif flaksların yarattığı olumsuzlukların ortadan kalkması sonucu uçak ve gemi yapım mühendisleri bu alaşımların sunduğu her tür avantajdan yararlanabilir hale gelmişlerdir.

TIG kaynak yöntemi çok geniş bir uygulama alanına sahiptir , kaynakçı tarafından kullanılması kolaydır , prensip olarak gaz eritme kaynağını andırır , yalnız torç biraz değişiktir , yanıcı yakıcı gaz yoktur , ısı enerjisi elektrik arkı tarafından sağlanmaktadır.

Bu yöntemde erimeyen bir elektrod kullanıldığı için kıvrık alın kaynak ağızı hazırlanmış ince parçalar , ek kaynak metaline gereksinme göstermeden birleştirilebilir. Kaynak için eklenen metal , gerektiğinde tel olarak kaynakçı tarafından kaynak bölgesine sokulmakta ve böylece ilave metal sağlanmaktadır. Yöntemin diğer ark kaynak yöntemlerinde görülmeyen en önemli üstünlüklerinden biriside ısı girdisi ve ek kaynak metali girdisinin birbirinden bağımsız olarak ayarlanabilmesidir. Bu önemli özellik yöntemin çok ince parçalara uygulanabilmesine olanak sağlamakta , kök pasoların çekilmesinde , pozisyon kaynağında ve tamir işlerinde de kaynakçıya büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Bazı durumlarda ilave metal kullanılmaksızın iki yüzeyin ergime sıcaklığına yakın sıcaklıklara getirilmesi ve basınç uygulanması ile birleştirme sağlanabilir.

TIG kaynağı ile demir esaslı metal ve alaşımlarının yanında alüminyum , magnezyum , bakır ve alaşımları , titanyum , zirkonyum , altın ve gümüşün tüm kaynak pozisyonlarında kaynağı gerçekleştirilmektedir. Gaz türbinlerinin hızlı gelişmesinde de TIG kaynak yönteminin katkısı oldukça önemlidir. Yüksek sıcaklığa dayanıklı alaşımların emniyetli bir biçimde kaynakla birleştirilebilmesi , jet motorlarının özellikle yanma odalarının en optimum biçimde tasarıma olanak sağlamıştır.

Bu yöntemde kaynak süresince kaynakçı ark bölgesini çok iyi görebilmekte , dolayısıyla kontrol altında tutabilmektedir. Banyo üzerinde cüruf olmayışı

sebebiyle dikişte cüruf kalma tehlikesini ortadan kaldırmaktadır. Gözenek oluşumuna izin verilmediği durumlarda ince sacların kaynağında verimli olarak kullanılabilir.

TIG kaynak yöntemi her pozisyonda ve prensip olarak ta her kalınlıktaki parçalara uygulanabilirse de , fazla kalın parçalar için işlem süresinin uzaması yöntemin ekonomikliğini yitirmesine neden olmaktadır. Bununla beraber kaynak hızının yavaş olması nedeniyle seri üretime uygun değildir. Özellikle kalın parçaların kaynağında ekonomik değildir ve kaynakçının özel olarak yetiştirilmiş olması gerekir. Bu bakımdan 7 mm' den kalın parçaların kaynağı için önerilmez ; bununla beraber yüksek kalite ve kaynak emniyetinin gerektirdiği olduğu uçak ve uzay endüstrisinde çok pasolu kaynak uygulayarak bu olumsuzluğun etkisi azaltılmaya çalışılır. Akım şiddeti azaltılarak diğer eritme kaynak yöntemleri ile birleştirilmesi olanaksız olan 0,1 mm kalınlığa kadar ince saclar bu yöntem ile çok sağlıklı olarak birleştirilebilmektedir.

Yarı otomatik TIG yönteminin geniş bir uygulama alanı bulmasına karşın otomatik TIG yöntemi oldukça yaygındır. Bu yöntemde , sisteme artık kaynakçının müdahalesi artık söz konusu değildir ; tüm işlem sistem tarafından gerçekleştirilmektedir. Yöntemin başarılı olabilmesi için , bağlantının konumunun sistem tarafından erişilebilir olması ve ekonomiklik açısından da çok sayıda aynı parçanın kaynatılması gereklidir.

Bu yöntemin ilk uygulamalarında elektrod pozitif kutba bağlanarak kaynak yapılmış ve aşırı ısınan elektrottan tungsten damlacıklarının kaynak dikişine geçtiği görülmüş ve elektrod negatif kutba bağlanarak bu engel ortadan kaldırılmıştır. Bu şekilde paslanmaz çeliklerin kaynağında başarı sağlanmasına karşın , alüminyum ve magnezyum gibi refrakter bir oksit tabakası ile kaplı metallerin kaynağı problemi ile karşılaşmıştır. Alternatif akım arkının sürekliliğini sağlayan , yüksek frekans üreten jeneratör ve devrelerinin keşfi sonucu , alternatif akım yardımı ile bu tür metal ve alaşımlarının çok kaliteli bir biçimde kaynağı gerçekleştirilmiştir.

TIG kaynak yöntemi özellikle 1950 'den itibaren büyük bir önem kazanarak gerek AWS ve gerekse DIN sınıflandırmasında yerini almıştır.

1.2.1. TIG Kaynak Donanımı

TIG kaynak donanımı Şekil 1.3'te görüldüğü gibi uygun bir akım üretici , koruyucu gaz tüpü , gaz basınç ve debi ayar tertibatı , tungsten elektrodu taşıyan torç , akım kabloları ve gaz hortumu ile genelde akım üretici üzerine monte edilmiş bir kontrol panelinden oluşur. Ayrıca yüksek akım şiddeti ile çalışma halinde torcun hareketi ve kaynak metali beslemesi kaynakçı tarafından yapılır. Yarı otomatik yöntemde torç yine kaynakçı tarafından hareket ettirilir. Burada tek fark kaynak ek metali sağlayan telin ark bölgesine otomatik olarak bir tertibat tarafından sokulması ve sürekli olarak sabit bir hızla beslenmesidir.

Şekil 1.3 TIG kaynak donanımı blok şeması

Bir TIG kaynak donanımı şu kısımlardan oluşur :

- Kaynak hamlacı diye de adlandırılan bir kaynak torcu
- Kaynak akım ve kumanda şalter kablosunu , gaz hortumu gerektiğinde soğutma suyu giriş ve çıkış hortumlarını bir arada tutan metal spiral takviyeli torç bağlantı paketi
- Kaynak akımının , gaz akışının ve gerektiğinde soğutma suyunun devreye giriş ve çıkışını , arkın tutuşmasını ve alternatif akım ile çalışma halinde arkın sürekliliğini sağlayan devreleri de bünyesinde toplayan kumanda dolabı
- Kaynak akım üretici

- Üzerinde basınç düşürme ventili ve gaz debisi ölçme tertibatı bulunan koruyucu gaz tüpü

TIG kaynak yönteminde bu temel donanımların yanı sıra gerek duyulduğunda veya sistemin , otomatik olarak çalışması arzu edildiğinde aşağıda belirtilmiş olan ek donanımların kullanılmasına gereksinim vardır :

- Yüksek akım şiddetleri ile çalışıldığında , ısınan torcu soğutmak için soğutma suyu sirkülasyon sistemi
- Özellikle doldurma işlerinde kullanılmak üzere akımın kontrolü ve ayarı için ayak pedalı
- Otomatik kaynak uygulamalarında gerektiğinde torca salınım hareketleri yaptıracak bir osilatör
- Otomatik kaynak uygulamalarında kullanılmak üzere tel besleme tertibatı
- Otomatik Kaynak uygulamaları için torç veya iletme tertibatı
- Darbeli akım uygulamaları için kaynak akımını , ayarlanmış iki akım değeri arasında öngörülen frekansta değiştirilen elektronik cihaz ; bu cihaz genelde ayrı bir ünite olmayıp , kaynak akım üreticinin içine monte edilir.

1.2.1.1. Kaynak Torçları

TIG kaynak yönteminde torç , iş parçası ile ucundaki tungsten elektrod arasında kaynak için gerekli olan elektrik arkını oluşturabilmek için , akım kablосundan aldığı akımı elektroda iletmek , koruyucu gazı kaynak banyosunun üzerini örtecek biçimde sevk etmek görevlerini yerine getirmek için geliştirilmiş bir elemandır.

TIG kaynak yönteminde kullanılan torçlar uygulama koşulları göz önünde bulundurularak çeşitli tür ve büyüklüklerde üretilmektedirler. El ile yapılan TIG kaynağında kullanılan torçlar hafif , küçük ve elektrik akımı kaçaklarına karşı etkin bir biçimde yalıtımlı olarak tasarlanmış ve üretilmişlerdir. Torç ile akım üretici , gaz tüpü ve soğutma suyu ile bağlantıları değişik kalınlıklardaki

kablolar ve hortumlar ile sağlanır ve bunların tümü torç bağlantı paketi adı verilen çelik spiral takviyeli bir kalın hortum içine yerleştirilmişlerdir.

Şekil 1.3.a TIG kaynağı üfleci

Bir TIG torcunun çekirdek kısmını tungsten elektrodun tutucusu oluşturur. Bu parça genel olarak üzerinde boylamasına yarıklar bulunan , bir tarafı konik bir kovandır

1.2.1.2. Elektrod Tutucuları

Elektrod tutucuları , TIG kaynak yönteminde elektrodu torca bağlayan ve aynı zamanda da elektroda kaynak akımını ileten bir parçadır. Bunlar genellikle bakırdan yapılır ve iç delikleri kullanılan elektrodun çapına uygun olarak hassas bir şekilde işlenmiştir. Otomatik kaynak uygulamalarında sıcaklığa dayanıklı olabilmeleri açısından nikel - krom alaşımları kullanılmaktadır.

Elektrod tutucular yarıklı veya sürmeli türde üretilmektedir ve elektrod ile temas eden iç kısmı elektrod ile tam teması sağlayacak bir yüzey düzgünlüğüne sahiptir. Dış kısmı da elektrod tutucu yüzüğü diye adlandırılan parçanın iç kısmına yerleştiğinden hassas bir şekilde işlenmiştir. Elektrod tutucularının her kullanımdan önce özellikle iç kısımları kontrol edilmeli , kir , yağ artıkları temizlenmeli , iç kısmı derin bir biçimde çizilmiş veya tungsten elektrodun uygun çapta olmaması nedeni ile ark oluşması sonucu içinde krater oluşmuş olanlar kullanılmamalıdır.

Elektrod tutucuları genelde diffüzör diye adlandırılan yine bakırdan yapılmış ve koruyucu gaz kanallarına sahip bir parçanın içine yerleştirilir ; Elektrik akımı bu parçadan memeye geçtiğinden ve bu parça sayesinde tutucu tungsten elektrodu sıkıca kavrayabildiğinden bu geçmenin de toleransları ve işleme hassasiyeti önemlidir. Bu parça üst ucundan direkt olarak üzerindeki dişler ile veya bir somun yardımı ile torç gövdesine bağlanır ; alt ucuna ise gaz nozulu takılır.

1.2.1.3. Torç Bağlantı Paketi

TIG kaynak donanımlarının büyük bir kısmında , torç kaynak akım üreticine metal spiral takviyeli kalın bir hortum ile bağlanmış torç bağlantı paketi diye adlandırılan, içinde akım kablosunu , koruyucu gaz hortumunu , kumanda kablolarını ve gerektiğinde de soğutma suyu geliş ve gidiş hortumlarını bir arada tutan , bir eleman vardır.

Burada saf bakırdan yapılmış olan akım kablosu makina veya torcun en üst akım değerini taşıyabilecek bir kesite sahiptir. Bu kesiti mümkün olduğu kadar ufaltabilmek amacı ile su soğutmanın var olduğu hallerde akım kablosu su hortumu içinden geçirilerek ısınmaması sağlanır. Koruyucu gaz olarak helyumun kullanılması halinde , kauçuk helyumun difüzyonuna mani olmadığından özel bir plastikten imal edilirler.

1.2.1.4. Koruyucu Gaz Donanımı

TIG kaynak yönteminde koruyucu gaz olarak sadece asal gazlar kullanılmaktadır ; bu yöntemde koruyucu gaz içinde az miktarda dahi aktif bir gazın varlığına müsaade edilmez , zira kaynak sırasında kızgın durumda bulunan tungsten elektrod bu olaydan etkilenir. Koruyucu gaz basınçlı tüplerden veya stasyonier bir büyük basınçlı kaptan borular yardımı ile dağıtılarak kullanım alanına sevk edilir. Ülkemizde TIG kaynağı için gerekli gaz basınçlı tüplerden sağlanır ; işletme içi merkezi gaz dağıtım şebekeleri henüz uygulama alanı bulamamıştır.

Burada kullanılan gaz tüpleri oksijen veya diğer basınçlı gaz tüpleri gibi çelikten imal edilmişlerdir. Ülkemizde asal gaz tüpü olarak 40 litrelik ve 150 Atü'lük tüpler kullanılmaktadır. Bunlar TS 1519 ve DIN 4664 'te tanımlanmışlar ve gri renge boyanmışlardır. Tüp doldurma işleminde ise içinde 1 Atü basıncında gaz kaldığı zaman tüpün vanası kapatılır ve bu halde doldurmaya gönderilir. Böylece tüp ventili açık tutulmadığı için hava tüpe giremez ve doldurulan daha saf olur. Aksi halde tüpün içindeki hava emilmeden yapılan doldurmalarda tüp hacmi hava argona karışmış olur ; buda % 0.75 'lik bir safiyetsizliğe karşı gelir. Bu kadar bir safiyetsizlik örneğin titanyumun kaynağında hemen kendini belli eder ve kaynak kalitesi bozulur.

Basınç altındaki gazın basıncı ve debisi ayarlanıp kaynak bölgesine sevk edilebilmek için aynen oksijen tüplerindeki gibi bir basınç ayar tertibatı tüpün üzerine takılır. Bu tertibat üzerindeki manometrelerden tüpe yakın olanı tüpteki gaz basıncını ikincisi ise litre / dakika olarak gaz debisini gösterir.

1.2.2. TIG Kaynak Yönteminde Kullanılan Koruyucu Gazlar

TIG kaynağında başlangıçta helyum gazı kullanılırken daha sonra argon gazı kullanılmaya başlanmıştır. Her iki gazda tek atomlu ve soydur. Bundan dolayı diğer elementlerle birleşmez , renksiz ve kokusuzdur.

TIG kaynak yönteminde koruyucu gaz kullanımının tek amacı kaynak sırasında , kaynak banyosunu ve erimeyen tungsten elektrodu havanın olumsuz etkilerinden korumaktır. TIG kaynak yönteminde kullanılan koruyucu gazlar , Helyum ve Argon veya bunların karışımı gibi asal gazlar olup , kimyasal bakımdan nötr karakterde , kokusuz ve renksiz monoatomik gazlardır. Kaynak sırasında koruyucu gazlar kaynak bölgesine bir ısı katkısında bulunmasalar da , ısı girdisini bir dereceye kadar etkilerler. TIG kaynak yönteminde koruyucu gaz olarak kullanılan asal gazlar veya bunların karışımı kaynak sırasında kızgın durumda bulunan tungsten elektrod ve erimiş kaynak banyosu ile bir reaksiyon oluşturmazlar. Kaynak metalinin kalitesine olumsuz bir etkide bulunmamalarına karşın , kaynak hızına ve kaynaklı bağlantılarının kalitesine önemli etkide bulunurlar.

Helyum gazı havadan daha hafif olduğundan uçucu olup koruma kabiliyeti argona nazaran daha azdır. Ancak yüksek akım şiddetinin kullanılması gereken hallerde daha yüksek ark gerilimi veren helyum kullanılmaktadır. Helyumun iyonizasyon enerjisi 24.5 eV olup argona nazaran daha yüksektir. Bundan dolayı ısı girdisi daha yüksek olup kaynak yerine verilen ısı arttığından kaynak hızı artar , sıcak ve gazı alınmış bir kaynak banyosu elde edilir. Ayrıca ön tav işlemine gerek kalmaz veya çok az miktarda gerekir.

Argon gazı ise helyuma nazaran daha düşük iyonizasyon enerjisine sahip olup (15.7 eV) hem helyum hem de havadan daha ağır olduğundan (Ar : 1.784 kg/Nm³ , He : 0.178 kg/Nm³) kaynak yerini daha iyi koruyarak kolayca plazma oluşturmaktadır. Sarfiyatı helyumun 1/3'ü civarında olup ısı iletkenliği ve ark gerilimi düşük olduğundan ısı girdisi azdır.

Genelde uygulamalarda yaygın olarak her iki gazın faydalı özelliklerini içeren Helyum - Argon koruyucu gaz karışımı kullanılmaktadır. Yapılan kaynakta yüksek kaynak banyosu sıcaklığı ve düşük yüzey gerilimi sonucu esas metal iyi bir şekilde erir ve iyi bir birleşme sağlanır. Uygulamada istenen özelliklere göre argon - helyum oranı ayarlanır. Örneğin helyum oranı arttıkça kaynak yerinde oluşan ısı artar , viskozite azalır , nüfuziyet iyileşerek rahat bir degazaj sağlanır ve kaynak hızı yükselir.

1.2.3. TIG Kaynak Yönteminde Kullanılan Elektrodlar

TIG kaynak yönetimi ile diğer elektrik ark kaynağı yöntemleri arasındaki en önemli fark , ek kaynak metalinin elektrod tarafından sağlanmaması ve elektrodun sadece ark oluşturma görevini üstlenmiş olmasıdır ; bu bakımdan burada , erime sıcaklığı 3350 °C olan tungsten elektrod malzemesi olarak seçilmiştir. Yüksek erime sıcaklığının yanı sıra tungsten çok kuvvetli bir elektron yayıcıdır. Yayılan elektronlar ark sütunu içinde kuvvetli bir elektron akımı oluşturur ve ark sütunundaki atomları iyonize ederek , arkın kararlılığını sağlar. Günümüz endüstrisinde ticari saflıktaki tungsten (% 99.5 W) ile toryum , zirkonyum ve lantanyum ile alaşımlandırılmış elektrodlar kullanılmaktadır. Uygulamada karşılaşılan TIG kaynak elektrodlarını , saf tungsten elektrodlar , alaşımlı elektrodlar ve çizgili elektrodlar olmak üzere üç grup altında toplamak

mümkündür. TIG kaynak elektrodları , AWS A5.12 ile DIN 32528'de bileşimlerine göre sınıflandırılmış ve bunları birbirlerinden kolaylıkla ayırt edebilmek için de renk kodları kullanılmıştır.

DIN 32528' de TIG kaynak elektrodlarının çapları 0.5 , 1.0 , 1.16 , (2.0) , 2.4 , (3.0) , 3.2 , 4.0 , (5.0) , (6.0) , 6.4 ve 8.0 mm ; boyları ise 50 , 75 , 150 , 175 mm olarak belirlenmiştir. AWS A5.12' de ise elektrodların çapları 0.01 , 0.02 , 0.04 , $\frac{1}{16}$, $\frac{3}{32}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{5}{32}$, $\frac{3}{16}$, $\frac{1}{4}$ inç ; boyları ise 3 , 6 , 7 , 12 , 18 ve 24 inç olarak saptanmıştır. 7 inçten daha uzun olanlar sadece mekanize ve otomatik kaynak yöntemlerinde kullanılırlar. Uygulamada elektrod çapı , elektrodun maksimum akım yüklenebilme kapasitesi göz önüne alınarak seçilmelidir. Bu değere yaklaşıldığında arkın ısı yoğunluğu artmakta , daha stabil bir ark ile nüfuziyeti fazla , dikiş yüksekliği az bir dikiş elde edilebilmektedir.

TIG kaynak yönteminde kullanılan elektrodlar saf tungsten – toryum ve tungsten – zirkonyum alaşımlarından oluşmaktadır. TIG kaynak elektrodları toz halindeki malzemenin sinterlenmesi ile elde edilir. Toryum ve zirkonyum ile alaşımlandırılmış elektrodların aşağıdaki üstünlükleri mevcuttur ;

- İyi bir elektron emisyonu sağlar.
- % 25 daha yüksek akım şiddeti gerçekleşir.
- Elektrod ömürleri uzun ve sarfiyatı % 50 daha azdır.
- Ergimiş metal ile temas halinde sıçrama ve buharlaşma azdır.

Elektrodların uygun akım şiddeti ile yüklenmesi gerekir ki aksi halde elektrod ucunda erime olur ve bu sebepten kararsız bir ark meydana gelir.

1.2.3.1. Saf Tungsten TIG Kaynak Elektrodları

En uzun elektrod türü olan saf tungsten elektrodlar alternatif akımda (alüminyum kaynağında) tercih edilirler. Bu elektrodlar iyi bir elektron emisyon özelliğine sahip olmalarına karşın , toryum alaşımlılara nazaran daha düşük akım yüklenme kapasitesine sahiptirler , kirlenmeye ve oksitlenmeye daha yatkındırlar. Bu elektrodlar gerek DIN 32528 ve gerekse de AWS A5.12'ye göre yeşil renk ile işaretlenmişlerdir.

Tungsten elektrod gerektiğinden daha düşük bir akım şiddeti ile yüklendiğinde , ark elektrodun uç kısmında gezinmeye başlar ; gerektiğinden daha yüksek bir akım şiddetiyle çalışıldığında elektrodun uç kısmında erime başlar ve bir sıvı tungsten damlacığı oluşur. Kaynak sırasında bu damlacık oldukça yüksek bir frekans ile titremeye başlar ve bu esnada da tungsten zerrecikleri arkı izleyerek veya buhar halinde kaynak metaline geçer. Akım şiddetinin çok yükselmesi arkın stablitesinin bozulmasına neden olur ve bu durumda tungsten kaynak metaline zerrecikler veya buhar halinde değil oldukça iri damlalar halinde geçmeye başlar. İdeal akım şiddetine elektrodun uç kısmında erimiş tungsten bir yarım küre şeklinde görülür.

Saf tungsten elektrod kullanılması halinde , en stabil ark akım şiddetinin izin verdiği en küçük çaplı elektrod ucunda yarım küre şeklinde erimiş tungsten damlacığı oluştuğu anda görülür. Bu şekildeki bir çalışmada , özellikle otomatik kaynak halinde uzun çalışma süreleri sonunda dahi elektrodta bir aşınma görülmediği gibi , kaynak koşullarının izin verdiği en uzun ark doyu ile de çalışmak mümkün olur.

1.2.3.2. Alaşımli Tungsten TIG Kaynak Elektrodları

Bileşiminde % 1-2 toryum oksit (ThO_2) içeren tungsten elektrodlar saf tungsten elektrodlara göre daha yüksek bir akım yüklenme kapasitesine , iyi bir elektrod yayımına , daha uzun bir kullanma ömrüne , kirlenme oksitlenmeye karşı daha büyük bir dirence , daha kolay bir tutuşma ve daha kararlı bir ark oluşturma özelliğine sahiptirler. Toryum oksit miktarının % 4'e kadar yükselmesi ile ark karakteristikleri daha da iyi bir duruma gelir.

Toryum oksit ile alaşımlanmış tungsten elektrodlar da , saf tungsten elektrodlar gibi sinterleme ile üretilir. Tungsten tozları ve toryum oksit tozları belirli bir oranda karıştırıldıktan sonra preslenerek şekil verilir ve pişirilerek elektrod elde edilir. Toryum oksit alaşımlı tungsten elektrodlar , normal akım yüklenme kapasitelerinde erime göstermezler , aşırı bir akım ile yüklendiklerinde , saf tungsten elektrod halinde olduğu gibi erimiş tungsten damla halinde kaynak banyosuna geçmez , burada sadece elektrodda hızlı bir boy kısalması görülür. Bu olay alaşımlı elektrod halinde aynı elektron emisyonu yoğunluğunda sıcaklığın saf tungsten elektrodan daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

Akım yüklenme kapasitesi açısından , alternatif akım halinde artan toryum oksit içeriğine bağlı olarak bu tür elektrodlar saf tungsten elektrodalara nazaran % 50'ye kadar varan bir fazlalık gösterirler. Özellikle koruyucu gaz olarak helyum kullanılması halinde oldukça yüksek akım yüklenme kapasitelerine çıkılabilmektedir.

Toryum oksit alaşımlı elektrod ile yapılan kaynak dikişinin nüfuziyetinin derinliği , aynı akım şiddeti ve aynı ark boyu halinde saf tungsten elektrod ile yapılan kaynak dikişininkinden daha azdır , zira bu elektrodalarda ark gerilimi 3-5 Volt daha düşük olmaktadır. Uygulamada bu elektrodlar ile daha yüksek akım şiddeti ile çalışıldığından bu olayın farkına varılmaz.

1.2.4.TIG Kaynağının Üstünlükleri ve Kullanım Alanları

Genel olarak hafif metal ve alaşımlarda , bakır ve paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılan TIG kaynağı ile 15 mm kalınlığa kadar parçaların kalınlığı yapılabilir. Ayrıca kaynak kabiliyeti kötü olan bronzlar , titanyum alaşımları , zirkonyum gibi malzemelerin kaynağı gözeneksiz olarak yapılabilir.

TIG kaynağının üstünlükleri aşağıdaki gibi sıralanabilir :

- a) Kaynak hızı yüksektir
- b) Isıl distorsiyonlar azdır
- c) Kolay mekanize edilebilir
- d) Kaynak dikişleri temizdir
- e) Kaynak ısısı bir bölgeye teksif edilebilir

- f) Kaynaktan sonra dikişin temizlenmesine lüzum yoktur
- g) Ark bölgesi rahatlıkla görülebildiğinden kaynak kontrol altında tutulabilmektedir
- h) Banyo üzerinde curuf olmayışı sebebiyle dikişte curuf kalma tehlikesi ortadan kalkmaktadır

1.3. MIG-MAG KAYNAK YÖNTEMİ

TIG kaynak yönteminin bütün avantajlarının yanında kaynak hızının yavaşlığı özellikle seri üretim yapılan uygulamalarda aynı özellikleri sağlayan daha hızlı kaynak yöntemlerinin araştırılmasına ihtiyaç göstermiştir. Yapılan araştırmalar sonucu ilk kez 1948 yılında A.B.D'de alüminyum ve alaşımlarının , sonra ise yüksek alaşımlı çelikler ile bakır ve diğer metallerin kaynağında kullanılmaya başlanılan MIG (Metal Inert Gas) kaynak yönteminde TIG kaynak yönteminden farklı olarak ark , kaynak yerine otomatik olarak gelen ilave metal (elektrod) ile iş parçası arasında teşekkül eder. (Şekil 1.4)

Şekil 1.4 MIG kaynak yönteminde ark bölgesi

Yöntemin adından da anlaşılacağı gibi bir soy gaz olarak inert gaz , yani helyum veya argon gibi bir soy gaz kullanılır. Uygulaması kolay olup toprak kablosunu iş paçasına bağlayarak torcun ucundaki tel elektrodu kaynak ağzına değdirmek suretiyle kaynak işlemleri gerçekleştirilmektedir. Torç daha önce belirlenmiş debide koruyucu gazı ve elektrodu bölgeye sevk etmekte , uygun ark boyunu sistem kendisi otomatik olarak ayarlayarak sabit tutmaktadır.

Bilindiği gibi yalın karbonlu ve az alaşımlı çeliklerin örtülü elektrod ile kaynağında ark bölgesi , örtünün yanması veya ayrışması sonucu ortaya çıkan CO₂ tarafından havanın olumsuz etkilerinden korunmaktadır. Bu tespitten hareket ederek CO₂'nin koruyucu gaz olarak kullanımı ile ilgili denemeler yapılmıştır. İlk denemeler olumlu sonuç vermemiş , çok fazla sıçrama ve aşırı gözenek oluşumu ile karşılaşmıştır. Ancak bunun nedeninin CO₂'nin safiyetsizliği ile içerdiği nem olduğu anlaşmış ve bu olumsuzluklar ortadan kaldırılarak CO₂'nin ve diğer aktif gazların koruyucu gaz olarak kullanıldığı uygulamalar başlanmıştır. CO₂ gibi aktif bir koruyucu gaz altında yapılan kaynak yöntemine ise Metal Active Gas kelimelerinin baş harflerinden oluşan MAG yöntemi adı verilmiştir.

Şekil 1.5 MIG-MAG kaynak donanımı

Günümüzde gerçekleştirilen uygulamalarda arkı yumuşatmak ve sıçrantıyı minimize etmek için CO₂ ile argon karıştırılmakta , hatta %85 argon seviyelerine çıkılmaktadır. Bazı uygulamalarda ise argon içine düşük miktarlarda oksijen ilave edilerek ve daha kalın çaplı elektrodlar ile daha düzgün kaynak dikişleri elde etme imkanı doğmuştur. Kaynak donanımı açısından MIG yöntemi ile MAG yöntemi arasında bir farklılık mevcut değildir. Sadece kullanılan koruyucu gazlar farklılık göstermektedir. Son yıllarda geliştirilen özlü elektrodlar sayesinde istenen alaşım elementlerini ihtiva eden , arkın kararlılığını ve deoksidasyonu sağlayan ilave metaller içeren MIG - MAG kaynak yöntemleri endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır.

1.3.1. MIG - MAG Kaynak Donanımı

Daha önce de belirtildiği gibi kaynak yöntemi yarı otomatik veya otomatik olarak kullanılabilir. Her iki halde de yöntemin temel elemanları aşağıdaki gibidir:

- a)** Kaynak torcu (hava veya su soğutmalı)
- b)** Elektrod (tel) besleme ünitesi
- c)** Kaynak kontrolü
- d)** Kaynak güç ünitesi
- e)** Kontrollü koruyucu gaz iletimi
- f)** Bir elektrod menbaı
- g)** Bağlantı kabloları ve hortumları
- h)** Su sirkülasyon sistemi (su soğutmalı torçlarda)

Otomatik kaynaktaki temel elemanlar Şekil 1.6 'da gösterilmiştir.

Şekil 1.6 Otomatik kaynak makinası

1.3.1.1. Kaynak Torcu

Kaynak torcu elektrodu ve koruyucu gazı kaynak bölgesine sevk etmek ve elektrik gücünü elektroda iletmek için kullanılır. Yüksek üretim işlerinde yüksek akımla çalışan ağır iş torçlarından başlayıp , zor pozisyon kaynağında kullanılan düşük akımla çalışan hafif iş torçlarına kadar değişen geniş bir aralıkta çeşitli torçlar üretilmektedir.

Ark sıcaklığından etkilenen torcun sürekli bir şekilde soğutulması gerekir. Düşük akım şiddetlerinde koruyucu gaz akımı bu soğutmayı yeterli bir şekilde gerçekleştirir. Kalın çaplı elektrodların , diğer bir değişle 250 A' den daha yüksek akım şiddetlerinin kullanılması halinde gaz soğutması yeterli düzeyde olmaz. Bu nedenle 250 A' in üstündeki kaynak işlemlerinde su soğutması kesinlikle gereklidir. Kaynak torcunun temel elemanları şunlardır:

- a) Temas tüpü
- b) Gaz memesi
- c) Elektrod kılavuz hortumu ve gömleği
- d) Gaz hortumu
- e) Su hortumu
- f) Elektrik kablosu
- g) Tetik

Bu elemanlar şekil 1.7 'de gösterilmiştir.

Şekil 1.7 Kaynak torcunun elemanları

Temas tüpü bakır veya bakır alaşımından yapılmış olup , elektrik akımını elektroda iletmek ve elektrodu iş parçasına doğru yönlendirmek için kullanılır. Temas tüpü bir elektrod kablosu vasıtasıyla güç ünitesine elektriksel olarak irtibatlandırılmıştır. Temas tüpünün iç cidarı çok önemlidir. Elektrod bu tüp içinde kolaylıkla hareket edebilmeli ve tüple çok iyi bir elektriksel temas sağlanmalıdır. Her torçla birlikte verilen kullanma talimatı , her elektrod malzemesi ve çapı için en uygun temas tüpü boyutlarını listeler halinde belirtir.

Temas tüpünün delik çapı kullanılan elektrod çapından genellikle 0,13 ila 0,25 mm daha büyüktür. Alüminyum için daha büyük delik çapları gerekir. Temas tüpünün deliği periyodik şekilde kontrol edilmeli ve aşırı aşınma nedeniyle genişlemişse değiştirilmelidir. Eğer bu şekilde kullanılacak olursa kötü bir elektriksel temasa ve kararsız bir ark karakteristiğine neden olur. Temas tüpü torça itina ile yerleştirilmeli ve koruyucu gaz memesine merkezlendirilmelidir. Temas tüpünün gaz memesinin ucuna göre pozisyonu kullanılan metal iletim tipine bağlı olarak değişir. Kısa devre iletimi için tüp , gaz memesinin ucundan dışarıya doğru çıkıktır. Sprey tipi iletimde ise tüpün ucu , gaz memesinin ucundan yaklaşık 3 mm. içerdedir.

Şekil 1.8 Hava soğutmalı kuğu boynu tür bir torç kesiti ve torç bağlantı paketi

Gaz memesi düzgün akan gaz sütununu kaynak bölgesine sevk eder. Düzgün gaz akışı erimiş kaynak metalinin atmosfer kirlenmesine karşı korunmasında çok önemli bir faktördür. Farklı meme boyutları mevcut olup bunun seçimi söz konusu olan uygulamaya göre yapılır. Örneğin büyük kaynak banyolarına neden olan , bir başka deyişle korunması gereken alanı arttıran , yüksek akımların kullanıldığı uygulamalarda büyük meme , düşük akımla çalışıldığında ve kısa devre iletimle kaynak yapıldığında küçük meme kullanılır.

Elektrod kılavuz hortumu ve kılavuz gömleği elektrod besleme motorundaki besleme makaralarına yakın bir desteğe bağlanmıştır. Hortum ve gömlek elektrodu destekler , korur ve besleme makaralarından torca ve temas tüpüne doğru yönlendirir. İyi bir ark kararlılığı sağlamak için elektrod beslemesinin kesintisiz olarak gerçekleştirilmesi gerekir. Elektrodun dolaşması ve bükülmesi engellenmelidir. Elektrod uygun bir şekilde desteklenmediği takdirde besleme makaraları ile temas tüpü arasında herhangi bir yerde sıkışma eğilimi gösterir.

Gömlek , kılavuz hortumunun ayrılmaz bir parçası olabileceği gibi , ayrı bir parça da olabilir. Her iki halde de gömlek malzemesi ve bunun iç çapı önemlidir. Düzgün bir elektrod beslemesi sağlayabilmesi için temiz ve iyi bir durumda olması gerektiğinden gömlek periyodik bakımdan geçirilmelidir.

Çelik bakır gibi sert elektrod malzemeleri kullanıldığında helisel çelik gömlekler tavsiye edilir. Alüminyum ve magnezyum gibi yumuşak elektrod

malzemelerinde plastik gömlekler kullanılmalıdır.

Kılavuz hortumların dış yüzeyleri çelikle takviye edilmekle birlikte bu hortumların aşırı bir şekilde eğilmelerine ve kırılmalarına müsaade edilmemelidir.

Şekil 1.9 Çeşitli MIG-MAG torçları

Kaynak ünitesiyle birlikte verilen kullanma talimatında , her elektrod malzemesi ve çapı için tavsiye edilen kılavuz hortumu ve gömleği bir liste halinde belirtilir.

Diğer aksesuarlar ise , koruyucu gazı , soğutma suyunu ve elektrik akımını torca iletmek için kullanılan gaz hortumu , su hortumu ve elektrik kablodur. Bu hortum ve kablolar ya doğrudan ilgili membaa veya menbaı kontrol eden kontrol sistemine bağlıdır.

Normal torçlar, elektrodu genellikle 3.7 m uzaklıktan kılavuz hortumu yoluyla torca iten elektrod besleyicileri kullanır. Torç içine yerleştirilmiş küçük elektrod besleme mekanizmasının da mevcut olduğu diğer tip torçlar da kullanılmaktadır. Bu sistem elektrodu daha uzak mesafedeki bir kaynaktan çeker ve kaynakta elektrodu aynı anda iten bir elektrod itme mekanizması da mevcut olabilir. Bu tip torçlar , itme işleminin elektrodta bükülmeye neden olabileceği küçük çaplı veya yumuşak (örneğin alüminyum) elektrodların beslenmesinde yararlıdır. Diğer bir torç tipinde ise , elektrod besleme mekanizması ve elektrod makarası torcun içine yerleştirilmiştir.

1.3.1.2. Elektrod Besleme Ünitesi

Elektrod besleme ünitesi (tel besleyicisi) bir elektrik motoru, elektrod makaraları ve elektrod doğrultusunu ve basıncı ayarlayan aksesuarlardan meydana gelmiştir. Elektrod besleme motoru genellikle doğru akımla çalışır. Elektrodu, torç yoluyla iş parçasına doğru iter. Motor hızını geniş bir aralıkta değiştiren bir kontrol devresinin mevcut olması gerekir.

Sabit hızlı Elektrod besleyicileri normal olarak sabit gerilimli güç üniteleri ile birlikte kullanılırlar. Bunlar, gerekli devreler eklendiği takdirde sabit akımlı güç ünitelerinde de kullanılabilir.

Sabit akımlı güç ünitesi kullanıldığında, bir otomatik gerilim algılama kontrolü gereklidir. Bu kontrol ark gerilimindeki değişimleri algılar ve ark boyunu sabit tutmak için elektrod besleme hızını değiştirir. Değişken hızlı elektrod besleme tertibatı ve sabit akımlı güç ünitesinden meydana gelen bu sistem, besleme hızlarının düşük olduğu büyük çaplı elektrodalarda (1.6 mm' den büyük) kullanılabilir. Yüksek besleme hızlarında, motor hızının ayarı arkın kararlılığını sağlamaya yetecek kadar hızlı bir şekilde yapılamaz.

Besleme motoru elektrod besleme makaralarını tahrik eder. Bu makaralar, elektrod menbaından elektrodu çekme ve kaynak torcu içinde itme yoluyla elektroda kuvvet iletir.

Besleme makaralarının basınçlarının ayarı elektrod özelliklerine bağlı olarak (örneğin dolu veya özlü, sert veya yumuşak) değişik kuvvetlerin uygulanabilmesine imkan verir. Giriş ve çıkış kılavuzları, elektrodun besleme makaralarına uygun bir doğrultuda girmesini, çıkmasını ve elektrodun bükülmesini engeller.

Dolu elektrodalarda genellikle biri kanallı (tahrik makarası) , diğeri düz yüzeyli (destek makarası) makara çiftleri kullanılır. Alaşımız çelik ve paslanmaz çelik gibi sert elektrodalarda V-kanalı kullanılır. Özlü elektrodalarda ise, hem tahrik makarası ve hem de destek makarası tırnaklı tiptendir.

Tel besleme üniteleri iki makaralı veya dört makaralı düzenler kullanılabilir. Tipik bir dört makaralı elektrod besleme ünitesi Şekil 1.10 'da gösterilmiştir.

Tırnaklı makaralar elektroda düşük bir makara basıncında yüksek bir besleme kuvvetinin iletilmesini sağlar. Bu tip makaralar alüminyum gibi yumuşak elektrodlar için tavsiye edilmez. Bunun nedeni, makaraların elektrodan pul pul parçalar koparıp, bu pulların

sonuçta torcun veya gömleğin tıkanmasına neden olmasındır.

**Şekil 1.10 Dört makaralı
elektrod besleme ünitesi**

1.3.1.3. Kaynak Kontrolü

Yarı otomatik işlemlerde, kaynak kontrolü ve elektrod besleme motoru tek bir entegre paket halindedir. Kaynak kontrolünün ana görevi, genellikle bir elektronik yönetici yoluyla, elektrod besleme motorunun hızını ayarlamaktır.

Kaynakçı elektrod besleme hızını arttırarak kaynak akımını arttırır. Elektrod besleme hızının azalması kaynak akımının da azalmasına neden olur. Bu kontrol aynı zamanda torç tetiğinden alınan sinyallere bağlı olarak elektrod beslenmesinin başlamasını veya durdurulmasını da sağlar. Dokunmatik (elektrod iş parçasına dokunduğu anda elektrod beslemesi başlatılır) veya devreye yavaşça girme (ark tutuşturuluncaya kadar başlangıçtaki besleme hızı düşüktür, daha sonra kaynak sırasındaki besleme hızına yükselir) şeklinde elektrod besleme kontrol özellikleri de mevcuttur. Bu iki özellik sabit akım tipli güç ünitelerinde kullanılır ve özellikle alüminyumun eriyen elektrodla gazaltı kaynağında yararlıdır.

Normalde, koruyucu gaz, soğutma suyu ve elektrik gücü torca kontrol yoluyla gönderilir. Gaz ve su akışı, selenoid valfler kullanılarak, kaynağın başlaması ve bitirilmesine rastlatılacak şekilde kontrol edilir. Kontrol aynı zamanda gaz akışının başlatılmasını ve durdurulmasını da düzenler ve güç ünitesinin kontaktörünü de enerjiler. Kontrol, kaynak başlamadan önce gaz akışının devam etmesini sağlar. Böylece erimiş kaynak banyosunun korunması sağlanır. Kontrol genelde 115 V ' luk bağımsız bir güçle çalışır.

1.3.2. MIG–MAG Kaynak yönteminde kullanılan koruyucu gazlar

Metalin çoğu oksit oluşturmak üzere oksijenle birleşmeye kuvvetli bir eğilim ve metal nitritleri oluşturulmak üzere azotla birleşmeye daha düşük ölçüde eğilim gösterirler. Oksijen erimiş çelikteki karbonla , karbonmonoksit gazı oluşturmak üzere reaksiyona girer. Bu reaksiyonlar sonucunda;

- a) Oksitler nedeniyle erime hataları artar ,
- b) Gözenek , oksit ve nitrürler nedeniyle mukavemet kaybı olur ,
- c) Oksitler ve nitrürler nedeniyle kaynak metali gevrekleşir.

Koruyucu gazın temel görevi çevredeki atmosferin erimiş kaynak banyosu ile temasını engellemektir. Yani koruyucu gaz burada örtülü elektrotlardaki örtünün görevini görür. Koruyucu gazın bu temel görevi dışında aşağıda belirtildiği şekilde kaynak işlemi ve oluşan kaynak dikişine önemli etkileri de vardır;

- a) Arkın karakteristiği ,
- b) Metal transferinin şekli ,
- c) Nüfuziyet ve kaynak dikişinin profili ,
- d) Kaynak hızı ,
- e) Yanma oluşu oluşma eğilimi ,
- f) Temizleme etkisi.

Gazaltı kaynak yöntemlerinde kullanılan koruyucu gazlar , ergimiş kaynak banyosu içindeki alışım elementlerinin atmosferdeki oksijen ile reaksiyona girmesini ve azot ile hidrojen gibi diğer zararlı gazların kaynak metaline absorbe olmasını önlemektedirler. Sıvı haldeki kaynak bölgesinde ergimiş haldeki tüm metaller havadaki oksijen ile azotu absorbe ederler. Ergimiş metalde çözünen bu gazlar katılaşan metalde alışım elementleri ile bileşik yaparak kaynak metalinin kimyasal ve fiziksel özelliklerini etkiler , gözenek oluşumu ile gevrekleşmeye neden olurlar. Genel olarak demir dışı metallerin kaynağında soy gazlar , demir esaslı metallerin kaynağında ise aktif gazlar ile aktif soy gaz karışımları kullanılır.

Herhangi bir kaynak işlemi için gaz seçiminde dikkat edilecek hususları şu şekilde özetleye biliriz;

- Kaynatılan metal veya alaşımların türü ,
- Ark karakteristiği ve metalin damla geçiş biçimi ,
- Kaynak hızı ,
- Parça kalınlıkları , kaynak dikişinin biçimi , istenen nüfuziyet ,

- Kaynak dikişi ile kaynaklı parçadan beklenen mekanik özellikler ,
- Piyasada bulunabilirlik ,
- Gaz maliyeti.

1.3.2.1. Soy Gazlar

Bilindiği gibi soy gazlar diğer elementlerin atomları ile elektron alışverişinde bulunmazlar , herhangi bir koşulda reaksiyona girmezler. Bundan dolayı gazaltı kaynak yöntemlerinin ilk geliştirildiği yıllarda koruyucu gaz olarak helyum ve argon gibi soy gazlar kullanılmıştır. Ancak günümüzde soy gazların yerine aktif gazlar ve aktif - soy gaz karışımları yaygın olarak kullanılmakta ve olumlu sonuçlar alınmaktadır.

Monoatomik bir gaz olan ve genellikle havanın sıkıştırılarak oksijen ile azotun ayrıştırıldığı tesislerde yan ürün olarak elde edilen argon , sıvı metaller içinde çözünmez ve yoğunluğu havadan yüksek olduğundan özellikle yatay kaynak pozisyonlarında etkin bir örtü oluşturarak kaynak banyosunu çok iyi bir şekilde korur.

Argon ve argon içeren gazlar düşük iyonizasyon potansiyeline sahip olup arkın tutuşması çok kolaydır ve alternatif akımla alüminyum ile magnezyum kaynağında çok üstün oksit temizleme etkisi gösterir.

Gaz Türü	Kimyasal Simgesi	0° ve 1.013 Bar 'da		1.013 Barda Buharlaştırma Sıcaklığı °C	Kaynak sırasında gazın davranışı
		Yoğunluk kg/m ³	Havaya göre izafi yoğunluk		
Argon	Ar	1.784	1.380	-185.9	Soy
Helyum	He	0.178	0.138	-268.9	Soy
Karbondioksit	CO ₂	1.977	1.529	-78.5 ⁽¹⁾	Oksitleyici
Oksijen	O ₂	1.429	1.205	-183.0	Oksitleyici
Azot	N ₂	1.251	0.968	-195.8	Reaksiyona girer ⁽²⁾
Hidrojen	H ₂	0.090	0.070	-252.8	Redükleyici

1) Süblimasyon sıcaklığı (Katı halden buhar haline direk geçiş)

2) Azotun davranışı malzemeye göre değişir , olası negatif etki göz önüne alınmalıdır.

Tablo 1.1 EN 439 'a göre çeşitli gazların özellikleri

Argon gazında oluşan arkın gerilim düşümünün az , ayrıca ısı iletim kabiliyetinin az olması sebebiyle dikişin merkezinde nüfuziyet derin , kenarlarda ise daha azdır. Özellikle alüminyum ve bakır gibi demir dışı metallerin kaynağında geniş kullanım alanına sahip olan argon gazı çeliklerin kaynağında ancak başka gazlar ile karıştırıldığında iyi sonuç vermektedir.

Atmosferde çok az bulunan ve ancak doğal gazdan ayrıştırılarak elde edilebilen helyum gazı en hafif monoatomik gazlardan birisi olup , argona göre 10 kez daha hafiftir. Bundan dolayı kaynak sırasında etkin bir konuma sağlanması için gerekli gaz sarfiyatı artmaktadır. Ancak helyum gazının ısı iletiminin yüksek ve oluşan arkın daha yüksek enerjili olması sebebiyle daha geniş ve derin nüfuziyetli kaynak dikişleri elde edilmekte , özellikle yüksek hızda çalışan mekanizma kaynak uygulamalarında tercih edilmektedir.

Uygulamada ise hem ekonomik hem de teknolojik nedenlerden dolayı istenilen kaynak bağlantısı özelliklerine göre değişen oranlarda argon – helyum gazı karışımları yaygın olarak kullanılmaktadır.

1.3.2.2. Karbondioksit

Karbonun yanması sonucu oluşan ve endüstriyel çapta , yanıcı gazların , akaryakıt ile kokun yanma ürünü olarak , kireç taşının kalsinasyonu , amonyak üretimi , alkolün fermantasyonunda yan ürün olarak elde edilen karbondioksit bazı yerlerde ise kuyulardan doğrudan sağlanır.

Birçok aktif gazın kaynak işleminde koruyucu gaz olarak kullanılmamasına karşın argon ve helyum gibi soy olmayan , renksiz , kokusuz , özgül ağırlığı 1.977 kg/m^3 (havanın 1.5 katı) olan karbondioksit gazı sunduğu çok sayıdaki üstünlük sayesinde az alaşımlı ve yalın karbonlu çeliklerin gazaltı kaynağında çok geniş bir uygulama alanı bulmuştur.

Genel olarak basınçlı tüplerden çekilerek kullanılan CO_2 gazının tüp içerisinde büyük bölümü sıvı halde olup sıvının $1/3$ ' lük kısmında buharlaşmış

CO₂ gaz fazında bulunur. Tüpten gaz çekildikçe basınç düşer ve bir miktar daha sıvı CO₂ buharlaşarak basıncı normale döndürür. Ancak buharlaşma esnasında buharlaşma ısısına gerek duyulur ve bu da atmosferden sağlanır. Bundan dolayı yüksek miktarda CO₂ gazı çekilmemelidir , aksi durumda sıcaklık ani olarak düşerek sıvı karbondioksit zerreciklerinin karbondioksit karına dönüşmesi ve çıkış borusu ile basınç düşürme tertibatını tıkaması kaçınılmazdır. Yüksek debilerde gaz çekilmesi gereken durumlarda birden fazla tüp bir manifold ile bağlanarak kullanılması , soğuk ortamlarda ise çıkış ağzlarının tıkanmaması için elektrikli ısıtıcı kullanılmasında fayda vardır. Tüp içerisindeki CO₂ 'nin büyük bölümünün sıvı olması sebebiyle tüpler hiç bir zaman eğik veya yatay konumda kullanılmamalı , sürekli dik pozisyonda tutulmalıdır.

Karbondioksit , argon gibi monoatomik ve soy bir gaz olmadığından arkın yüksek sıcaklıklarında karbonmonoksit ile oksijene ayrışır , iyonize olan gazlar kaynak banyosuna gelerek bir miktar tekrar karbondioksit haline geçer ve böylece almış olduğu ısıyı tekrar verir ki bu da dikişte nüfuziyetin artmasına neden olur. Serbest kalan oksijenin bir miktarı demirle birleşerek oluşan demiroksit mangan , silisyum gibi elementlerle redüklenir. Kaynak banyosundaki mangan ve silisyum kaybı ise telin birleşimi tarafından karşılanır.

Karbondioksit gazının kullanıldığı MAG kaynak yönetiminde bir miktar alaşım elementi oksidasyona uğradığından dikiş üzerinde ince bir cüruf tabakası oluşur ve bu tabaka kaynak sonrasında kolayca alınır. Aynı zamanda yüksek akım yoğunluğunda çalışması sebebiyle iri taneli , sıçrantılı bir damla geçişi derin nüfuziyetli kaynak dikişleri elde edilir.

1.3.2.3. Karışım Gazlar

Gazaltı kaynak yöntemlerinde koruyucu gazın seçiminde birleştirilecek metallerin özelliklerinin yanı sıra koruyucu gazın ekonomikliği ile kaynak sırasındaki özellikleri göz önüne alınmaktadır. Her gazın ayrışma enerjileri , iyonizasyon potansiyelleri , yoğunlukları , ısı ile elektrik iletkenliği , maliyetleri ve bunun sonucu olarak ta arkın oluşumu , ark atmosferinin karakteri , kaynak

sırasındaki davranışı , ark içinde malzeme taşınımı ve kaynak dikişinin formu farklılıklar göstermektedir.

Sadece bir gazın kullanımında gazların her biri birtakım üstünlükler ve aynı zamanda sınırlamalar gösterdiklerinden günümüzde gazların üstün özelliklerini optimize ederek sınırlamaları en aza indirecek karışım gazlar kullanılmakta , karışım oranları birleştirilecek metaller ile kaynaktan istenen özelliklere göre ayarlanmaktadır.

Argon ve helyum gibi soy gazların oluşturdukları ark atmosferi nötr bir karakter göstermesine karşın , argon gazına oksijen ve karbondioksit gibi aktif bir gazın karıştırılması ile oksitleyici , hidrojen gazının karıştırılması ile redükleyici bir gaz atmosferi oluşturulabilir.

a) Argon-Helyum Karışımları

Argon ve helyum üstün özelliklerini bir arada elde edebilmek amacıyla geliştirilmiş olup bu sayede nüfuziyet ve ark kararlılığı özellikleri optimize edilmiştir. Uygulamada %80 He - %20 Ar'dan %75 Ar - %25 He'a kadar çok değişik karışımlar mevcut olup saf argon haline nazaran daha yüksek sıcaklığa sahip , saf helyum haline nazaran daha kontrol edilebilir bir ark oluşmakta ve daha az miktarda gözenek oluşumu sağlanmaktadır. Ar - He karışımları Al , Mg , Cu ve Ni alaşımlarının kaynağında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Şekil 1.11 Çeşitli koruyucu gazların dikişin şekline nüfuziyete etkisi

b) Argon-Karbondioksit Karışımları

Yalın karbonlu çeliklerin CO₂ gazı altında kaynağı ekonomik olarak çok uygun olmasına karşın , düzgün olmayan kaynak dikiş yüzeyleri , bazı

durumlarda olumsuz etki yaratan derin nüfuziyet ve arkta metal taşınım türünün etkisiyle ortaya çıkan aşırı sıçrantı sonucu kaynak kalitesi düşmekte , kaynak metali verimi ve sıçrantıların temizlenmesi işlemi nedeniyle ek maliyetler getirmektedir. Karbondioksit gazına %30'u aşan oranlarda Ar katılması sıçrama kaybını azaltmakta , argona %20'yi aşan miktarda CO₂ ilavesi ile metal taşınımının kısa devreli veya iri damlalı olarak gerçekleşmesine neden olmaktadır. CO₂ miktarının artması sıçramayı şiddetlendiren ve daha yuvarlak nüfuziyet profil oluşmasını sağlayan arktaki yanal kuvvetlerin şiddetlenmesine neden olur. Bu etkiyi Şekil 1.12 'de görebilirsiniz

Şekil 1.12 Ar/CO₂ oranının karışım gazlarda artan CO₂ oranına bağlı olarak arkta metal taşınım türü ile kaynak dikişi nüfuziyet profilinin değişim

CO₂ oranı %20'nin altına inmeye başladığında belirli bir akım şiddeti ve ark gerilimi aralığında spreyci metal taşınımı gerçekleşir. Ar/CO₂ oranını değiştirerek arkta metal taşınım türünü ve kaynak nüfuziyet profilini kontrol altında tutma olanağı vardır. Argona oksijen ve karbondioksit gazlarının karıştırılması ile oluşan ekzoterm oksitlenme reaksiyonu sonucunda kaynak banyosunun sıcaklığı yükselir , yüzey gerilimi zayıflar , böylece kaynak banyosunun akıcılığı yükseltilmiş ve gazı giderilmiş olur.

Oksijenin oksitleyici etkisi , oksijene karşı afinitesi olan mangan , silisyum , alüminyum , titanyum , zirkonyum gibi alaşım elementlerinin kaynak telindeki miktarının artırılması ile dengelenir.

Argona %1 - 5 civarında oksijen ilavesi arkın stabilizasyonunu iyileştirmekte , sıçrantıyı en aza indirmekte ve bunun yanında sprey metal taşınımı karakteristiğini korumaktadır. Oksijen katkısı daha derin nüfuziyetin ve daha düzgün bir dikiş profilinin oluşmasına olanak verdiği gibi saf argon kullanımı durumunda çeliklerin kaynağında karşılaşılan yanma oluklarının oluşumunu ortadan kaldırmaktadır. Çeliklerin deokside edilmiş kaynağında %5 O₂ içeren Ar kullanımı ile çok iyi sonuç alınmaktadır.

c) Helyum - Argon - Karbondioksit veya Oksijen Karışımları

Helyum – Argon - Karbondioksit karışımı gazlar kısa ark boyu ile kaynakta , kaynak banyosunun ıslatma özelliğini geliştirmek için kullanılmaktadır. %90 He , %7.5 Ar ve %2.5 CO₂ karışımı koruyucu gaz paslanmaz çeliklerin kaynağında kısa ark boyu ile çalışma ve daha az aktif bir atmosfer oluşturarak paslanmazlık özelliğini korumak için kullanılmaktadır. Bu karışım az alaşımlı çeliklerin kaynağında da kaynak metalinin tokluğunu geliştirmek için uygun sonuç vermektedir.

Şekil 1.13 Argon-O₂ , Argon-CO₂ ve CO₂ gazlarının dikiş şekline ve nüfuziyete etkisi
%69 Ar, %30 He ve %1 O₂ den oluşan koruyucu gaz karışımı paslanmaz çeliklerin kaynağında özellikle kaynak banyosunun viskozitesi , esas metali ısıtma özelliği , arkın kararlılığı ve sıçrantının azalması bakımından çok iyi sonuçlar vermekte olup karbon kapma tehlikesi ile hidrojen gevrekliği olayı ortadan kalkmaktadır.

Karışım gazlar kullanılırken dikkat edilecek husus tüpün içinde farklı yoğunlukta ve bazı durumlarda ise bir bileşenin sıvı halde bulunması sebebiyle uzun süre kullanılmadıkları durumlarda kullanıma başlamadan önce tüpün yuvarlanarak çalkalanması ve gaz karışımının homojen hale getirilmesinin

gerekliliğidir. Çeşitli bileşimde karışım gaz tüketiminin çok fazla olduğu işyerlerinde tüp içinde hazır karışım gazlar yerine gaz mikserleri kullanılarak karışım gazın istenen bileşimde kaynaktan önce hazırlanması daha ekonomik ve etkin sonuçlar vermektedir.

Koruyucu Gaz	Kimyasal Davranışı	Uygulama Alanı
Argon	Soy	Çelik hariç tüm endüstriyel metal ve alaşımlarının kaynağında
Helyum	Soy	Daha yüksek sıcaklık ve gözenek miktarını azaltmak için Al ve Cu alaşımlarının kaynağında
Argon+Helyum % 20-80 / 50-50	Soy	Yüksek sıcaklık ve gözenek miktarını azaltarak daha sakin ve kontrollü bir ark ile çalışmak için Al ve Cu alaşımlarının kaynağında
Argon+Klor Cl eser miktarda	Soy	Gözenek miktarını azaltmak için Alüminyum ve alaşımlarının kaynağında
Azot	Redükleyici	Çok güçlü bir ark için bakırın kaynağında
Ar+%25-30 N	Redükleyici	Güçlü fakat daha yumuşak ve kontrollü bir ark için bakırın kaynağında
Ar+%1-2 O ₂	Oksitleyici	Bazı dezoksidede bakır alaşımlarının kaynağında
Ar+ 3-5 O ₂	Oksitleyici	Yüksek oranda dezoksidede edilmiş tel Elektrod ile paslanmaz ve karbonlu çeliklerin kaynağında
Ar+%5-10 O ₂	Oksitleyici	Yüksek oranda dezoksidede edilmiş tel Elektrod ile çeşitli çeliklerin kaynağında
Ar+% 20-30 O ₂	Oksitleyici	Kısa ark ile çeşitli çeliklerin kaynağında
Ar+%5 O ₂ +%15 CO ₂	Oksitleyici	Özellikle Avrupa 'da,dezoksidede edilmiş tel elektrod ile çeşitli çeliklerin kaynağında
CO ₂	Oksitleyici	Dezoksidede edilmiş tel elektrod ile yalın karbonlu ve az alaşımlı çeliklerin kaynağında
CO ₂ +%3-5 O ₂	Oksitleyici	Özellikle Avrupa 'da,dezoksidede edilmiş tel elektrod ile çeşitli çeliklerin kaynağında
CO ₂ +%20 O ₂	Oksitleyici	Özellikle Japonya 'da,dezoksidede edilmiş tel elektrod ile çeşitli çeliklerin kaynağında

Tablo 1.2 Çeşitli endüstrisinde MIG-MAG kaynak yönteminde sık kullanılan koruyucu gaz ve gaz karışımları

1.3.3. MIG-MAG Kaynak Yönetiminde Kullanılan Tel Elektrodlar

MIG-MAG kaynak yönetiminde kullanılan bütün elektrodlar tel halinde olup bir kangala sarılmış olarak makinaya takılır. Dolu tel elektrodlar istenen çapa soğuk çekilmiş olarak üretilmekte olup paslanmaz çelik elektrodlar dışındakiler temas memesinden geçerken temas kolaylığı sağlamak ve korozyondan korunmak için ince bir bakır tabakası ile kaplanılır. Son yıllarda ise kaynak metalinin özelliklerini geliştirebilmek amacıyla özlü veya kenetli elektrod olarak adlandırılan yeni elektrod tipleri geliştirilmiştir.(Şekil 1.14)

Özlü tel elektrodlar yumuşak çelikten ince bir şeritin ferroalaşım ve dekapanlar ile beraberce kıvrılıp tel haline getirilmesi ile üretilmiştir. Bu yöntemle dolu tel olarak üretilmesi güç veya olanaksız bileşimdeki alaşımlar dahi kolaylıkla elektrod haline getirilmekte ve daha geniş yelpazede elektrod üretimi sağlanabilmektedir. Özellikle sert dolgu veya korozyona dayanıklı tabaka ile kaplama işlemlerinde rakipsiz olan özlü elektrodlar sıfır altı sıcaklıklarda dahi bazik örtülü tel elektrodlar ile sürekli tel elektrodların üstün özelliklerini bir arada sunabilmektedirler.

Şekil 1.14 Çeliklerin kaynağında kullanılan özlü tel elektrodların kesitleri

Hem özlü hem de dolu elektrodların makaralara sarılmasında en yaygın olarak kullanılan iki sarım türü ; sıra veya paralel sarım ve karışık sarımdır. Sıra sarımda kaplama tabakası hakkında kolaylıkla fikir yürütülebilir ve makaraya daha fazla tel sarılabilir. Ancak sarım esnasında tel gergin olduğundan en küçük bir dikkatsizlik kangalın karışmasına ve kullanılmaz hale gelmesine neden olabilir. Karışık sarımda tellerin birbirine dolaşması tehlikesi yoktur , sarma işlemi daha ekonomik olup kolayca sağılır. Ancak telin kaplaması hakkında fikir sahibi olabilmek için telin bir miktar sarılması gerekir. Son yıllarda geliştirilen ve özellikle mekanize kaynak uygulamalarında kullanılan diğer bir yöntem maraton sarım olup tel elektrod bir karton varil içersine özel bir makina ile sarılmakta ve özel bir tertiple hiç karışmadan burgusuz olarak kaynak makinasına beslenmektedir.

Gazaltı kaynak yöntemlerinde en önemli konulardan birisi elektrod seçimidir. Uygulanacak kaynak parametreleri ile metal türleri ve yönetimin türüne göre farklı elektrodlar kullanmak gerekir.

Elektrod seçiminde dikkat edilecek kriterleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- Esas metalin mekanik özellikleri
- Esas metalin kimyasal bileşimi
- Koruyucu gazın türü
- Esas metalin kalınlığı ve geometrisi
- Çalışma ortamının koşulları

Bahsedilen kriterler dikkate alınarak yapılan elektrod seçimi sonrasında olumlu sonuç alabilmek için elektrodun yüzey düzgünlüğü , temizliği ile beslenebilirliğinin yeterli olması gerekir. Aksi takdirde kaynak işlemi esnasında kaynak dikişinde süreksizlik , gözenek , kötü görünüşlü kaynak dikişlerinin ortaya çıkmasına neden olur.

Özellikle bakır kaplama işleminin yetersiz yapılması tel yüzeyinde homojensizlik ve kaplama tabakasında pullanmaya sebep olur ki kaynak sırasında tel yüzeyinden kopan bakır pulları tel kılavuz içinde birikerek tel ve meme arasında ark oluşturup telin kaynaması yanında memenin tahrip olmasına yol açar. Özellikle rutubetli yerlerde depolanan tel elektrodlarda bakır tabaka hızla etkisini yitirir ve kabarma ile pullanma başlar.

MIG-MAG kaynak yönetiminde beslenebilirlik cast ve helix olarak adlandırılan iki önemli özellikten etkilenir (Şekil 1.15). Her iki özelliği de belirlemek için makaradan 5 metre tel sağılarak yavaşça yere bırakılır. Çember halini alan telin çapı elektrodun cast'ı olarak adlandırılmakta olup en az 380 mm olması önerilir , ancak en iyi ve tutuksuz besleme bu değer 1500 mm civarında olduğunda alınmaktadır. Telin iki ucu arasındaki yükseklik farkı ise helix olarak adlandırılır ve 25 mm civarında olması istenir. Bu değer ın sifıra yaklaşması ark sönmelerine , yüksek olması ise elektrodun memeden çıkarken yön değiştirmesine ve arkın gezinmesine yol açar.

Şekil 1.15 MIG-MAG tel elektrodlarda cast ve helix

Çeliklerin kaynağında kullanılan tel elektrodlar aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür ;

1.3.3.1. Alaşimsız Dolu Tel Elektrodlar

Yumuşak çeliklerin kaynağında kullanılmakta olup bileşimlerinde bir miktar mangan ve silisyum mevcuttur.

1.3.3.2. Alaşımli Dolu Tel Elektrodlar

Özel bileşimlerde olup alaşımli çeliklerin kaynağında kullanılmakta , bazı alaşımli çelikleri sarmak mümkün olmadığından her türlü alaşımli çeliğin kaynağında kullanılmamaktadır.

1.3.3.3. Özlü Tel Elektrodlar

Bu tür elektrodlar , alaşimsız ince bir sac şeridin boru haline getirilmesi veya bir lüleden geçirilerek tel şeklinde çekilmesi sonucu elde edilmişlerdir. Boru biçiminde olanların iç kısmında , diğerlerinin kıvrımları arasında bir dekapan ve ferroalaşım tozları bulunur ; kaynak dikişinin dezoksidasyonu ve alaşımlanması bu öz tarafından gerçekleştirilir. Özlü tel elektrodlar özellikle alaşımli çeliklerin kaynağında kullanılır.

Avrupa ülkelerinde özlü tel üretimi çok yaygın olmadığından henüz özlü teller ile ilgili ayrıntılı bir standart mevcut değildir yalnız sınırlı sayıda özlü teller hakkında bir sınıflandırma tel standartlarında bulunmaktadır. Özlü teller için en ayrıntılı standart bu malzemelerin en yoğun biçimde kullanıldığı A.B.D.' de

hazırlanmıştır. Tablo 1.3 'te çelik tel elektrodların kimyasal bileşimi ile özlü elektrodlarda kaynak metali bileşimlerini görebilirsiniz.

**Tablo 1.3 AWS A5.18 , A5.28'e göre çelik tel elektrodların kimyasal bileşimi
ile özlü elektrodlarda kaynak metali bileşimi**

1.3.3.4. Kaynak teli içeriğindeki alaşım elementlerinin etkileri

a) Karbon :

Çeliklerin mekanik ve yapısal özelliklerini en çok etkileyen alaşım elementi olup %0.005 ile %0.12 arasında değişen oranlarda bulunur. Karbon miktarının artması ile mukavemetin artması yanında süneklik ve toklukta hissedilir oranda bir etki yapmaz. Koruyucu gaz olarak CO₂ kullanılması halinde yüksek karbon

oranlarında banyoda CO oluşarak karbon kaybı ortaya çıkar ve buda gözenek oluşumuna neden olur ki deoksidasyon elementlerinin katılması ile bu problem önlenir.

b) Silisyum:

Deoksidasyon amacıyla %0.4 ile 1.2 arasında değişen oranlarda katılan silisyum içeriğinin artması ile süneklik bir miktar düşer, buna karşın mukavemet değeri oldukça yükselir. Yüksek silisyum oranlarında kaynak dikişinin çatlama hassasiyeti artar.

c) Mangan:

Silisyum gibi deoksidasyon ve mukavemet arttırıcı olarak katılan mangan elementi içeriği %1 ile 2 arasında değişir. Mangan değerinin yükselmesi ile mukavemet daha fazla artarken çatlama hassasiyeti düşer.

d) Alüminyum, Titanyum, Zirkonyum ve Diğer Alaşım Elementleri

Bu elementlerin hepsi çok kuvvetli deoksidan olup kaynak teline %0.2' ye kadar katıldıklarında aynı zamanda mukavemet arttırıcı yönde etki eder. Nikel, krom ve molibden gibi diğer alaşım elementleri mekanik özellikleri geliştirmek ve korozyona direnci arttırmak amacı ile katılırlar.

Alüminyum alaşımı kaynak tellerinin ana elementleri magnezyum, mangan , çinko, silisyum ve bakırdır. Bu elementlerin eklenmesinin en önemli nedeni alaşımın mekanik özelliğinin ıslahı, korozyon direnci ve kaynak kabiliyetidir.

1.3.4.MIG-MAG Kaynak Yönteminin Avantaj ve Dezavantajları

Günümüzde endüstride en çok kullanılan kaynak yöntemleri arasında yer alan MIG-MAG kaynak yöntemi diğer kaynak yöntemlerine nazaran sahip olduğu üstünlükler sayesinde endüstride yaygın kullanım alanlarına sahiptir. Bu avantajları kısaca şu şekilde açıklayabiliriz ;

- Demir esaslı ve demir dışı tüm metal ve alaşımlarına uygulanabilen genel bir kaynak yöntemidir.
- Yüksek akım yoğunluklarında çalışılması ve kaynak telinin otomatik olarak kaynak bölgesine beslenmesi sebebiyle kaynak hızı ve birim zamanda yığılan kaynak metali miktarı ark kaynağı ile TIG kaynak yöntemine nazaran daha yüksektir.
- Kaynak telinin kaynak bölgesine otomatik olarak sürekli beslenmesinin diğer avantajı ise elektrod değişimi için geçen ölü zamanı ortadan kaldırmakta ve her dikişin başlangıç ile sonucunda karşılaşılan gözenek , cüruf kalıntısı , krater çatlağı gibi kaynak hatalarının oluşumunu önlemektedir.
- Kaynak işlemi her pozisyonda rahatlıkla yapılmakta ve cüruf tabakası oluşmamakta ; böylece bu konuda yöntemin en büyük rakibi olan tozaltı kaynak yöntemine nazaran büyük üstünlük sağlanmaktadır.
- Kullanılan tel elektrod çapının diğer yöntemlere göre daha ince oluşu daha dar bir kök aralığı bırakılmasına ve daha dar bir kaynak ağzı içinde kaynak yapılmasına olanak vererek aynı kalınlıkta bir parçanın kaynatılmasında daha az elektrod tüketimini mümkün kılmaktadır.
- MIG-MAG kaynak donanının ayarı gayet basit olup kaynakçının özel ve kapsamlı bir eğitim almasına gerek olmayıp , özellikle diğer ark kaynak yöntemlerinden birisi için yetiştirilmiş bir kaynakçı , birkaç saatlik bir eğitimle bu yöntemi kolaylıkla uygulanabilir.
- Yoğun bir cürufun mevcut olmayışı nedeniyle pasolar arası temizlik için sarf edilen zaman çok azdır.

Bütün bu üstünlüklerinin yanında MIG-MAG kaynak yönteminin bazı dezavantajları mevcuttur ;

- Kaynak donanımının başlangıç ve bakım maliyetleri yüksek olup diğer kaynak yöntemlerine göre daha karmaşık , daha pahalı ve bir yerden başka bir yere taşınması daha zordur.
- Bilindiği gibi MIG-MAG kaynak yönteminde , kaynak bölgesi koruyucu gaz ile korunmakta olup gaz akımı , özellikle şantiye gibi açık alanlarda ortamın rüzgarlı olması durumunda gerekli korumayı yapamamaktadır.
- Koruyucu gaz atmosferinde kaynak işleminin yapılması sebebiyle kaynak parametrelerinin iyi ayarlanamaması durumunda gözenek ve krater oluşumu kaçınılmaz olmaktadır.
- Kaynak torcunun elektrik ark kaynağını pensesinden daha büyük olması nedeniyle ve kaynak metalinin koruyucu gazla etkin bir şekilde korunması amacıyla torcun bağlantıya 10 ila 19 mm arasında değişen yakın bir mesafeden tutulması gerektiği için , bu yöntemin ulaşılabildiği güç olan yerlerde kullanılması pek mümkün değildir.
- Göreceli olarak yüksek şiddette ısı yayılması ve ark yoğunluğu nedeniyle , kaynakçılar bu yöntemi kullanmaktan kaçınmaktadır.

2. KAYNAK HATALARI VE GİDERİLMESİ

Tüm kaynak yöntemlerinde olduğu gibi eriyen elektrod ile gazaltı kaynağında da kaynak parametrelerinin uygun seğıilmemesi , uygun olmayan kaynak metali

ve kötü bir kaynak tekniğinin uygulanması sonucu bir çok türde kaynak hataları ile karşılaşılır. Tüm kaynak hataları kaynak dikişinde zayıflama ve süreksizlik oluşturarak bağlantının kullanım sırasında kırılmasına ve bazı durumlarda da geri dönüşü olanaksız kazalara neden olduklarından kaynaklı bağlantıların hatasız olması gerekir.

Bu bakımdan kaynaklı konstrüksiyonlarda , kaynak dikişlerinin kontrolü son derece önemlidir. Kaynak dikişlerinde iki ana grup hata ile karşılaşılır. Birinci gruba giren hatalar dış hatalar diye adlandırılır ve çıplak göz veya büyüteç ile saptanabilir. ikinci gruba giren hatalar ise göz kontrolü ile saptanması olanaksız iç hatalardır. Bunlar ancak X-ışınları veya ultrason ile belirlenebilir. Kaynaklı bağlantılarda belirlenmiş hataların tamiri oldukça güç ve pahalı olduğundan , olabildiği kadar hataya olanak vermeyen bir biçimde çalışılmalıdır.

Ergiyen elektrod ile yapılan gazaltı kaynağında en çok karşılaşılan hata türleri ve bunların nedenleri aşağıda açıklanmıştır.

2.1. Yetersiz Nüfuziyet

Kaynak işlemi esnasında birleştirmenin yapıldığı kaynak kesitinin tam olarak erimemesi ve ergimenin tüm malzeme kalınlığı boyunca aynı olmaması sebebiyle bağlantının alt kısımlarında kırılmaya neden olabilecek çentikler ve oyuklar oluşur.

Artan kaynak akımının nüfuziyet derinliğini arttırdığını, artan kaynak hızının ise daha sığ bir nüfuziyet sağladığını göz önünde bulundurmamız gerekir. Nüfuziyet azlığı olarak tanımlanan bu tür hatalar giderilmediği takdirde dikişinin yorulma dayanımı ve dolayısıyla yorulma ömrü düşer, bükülme zorlamalarında kökteki çentikler kırılma eğilimini artırır.

Şekil 2.1 Yetersiz Nüfuziyet

Tablo 2.1 Yetersiz Nüfuziyet

Uygun kaynak ağzının açılmaması, akım şiddeti ile elektrod çapının uygun seçilememesi (Genellikle düşük akım şiddeti ve kalın elektrod kullanıldığında) ve kök pasosunun kötü çekilmesi gibi nedenlerle ortaya çıkan nüfuziyet azlığı problemi en yaygın kaynak hatalarından birisidir.

2.2. Kaynak Taşması

Kaynak metalinin esas metal üzerine nüfuziyet olmaksızın taşması hali olup tek tek noktalar halinde veya bütün dikiş boyunca ortaya çıkmaktadır. Dikişin gereğinden fazla taşması şeklinde kendini gösteren bu hataya gereğinden fazla kalın elektrod kullanımı, yüksek akım şiddeti, uzun ark boyu ile yanlış torç pozisyonu neden olur.

Şekil 2.2 Kaynak taşmasının şematik gösterimi

Kaynak taşması statik zorlamalarda dikkate alınmamasına rağmen özellikle dinamik zorlamalarda gerilme yığılmasına yol açtığından tehlike arz edebilir. Taşlama ile giderilebilirse de bunu yaparken çentik etkisi gösterecek derin izler bırakmamaya dikkat edilmelidir.

Tablo 2.2 Kaynak Taşması

2.3. Çatlaklar

Kaynak hataları arasında en yaygın ve en tehlikeli olanlar çatlaklardır. Dikişteki bölgesel gerilmeler, kaynak sırasındaki çarpılma, kötü birleşme, hızlı soğuma , cüruf kalıntıları ve özellikle yumuşak çeliklerde kükürt içeriğinin fazla olması gibi etkenler çatlak oluşumuna sebep olur.

Tablo 2.3 Kaynak metalinde meydana gelen çatlaklar

Kaynaklı bağlantılarda karşılaşılan çatlaklar biçim bakımından ;

- Boylamasına,
- Enlemesine,

- Yıldız,
- Krater,
- Dağınık,
- Dallı çatlaklar olmak üzere altı gruba ayrılırken; buldukları yer itibariyle kaynak metalinde, ısının tesiri altındaki bölgede ve esas metalde olmak üzere üç ana grupta toplanabilirler.

- a -

- b -

Şekil 2.3 Kaynak işlemleri sonrasında görülen çatlak tipleri

a) Kaynak metalinde karşılaşılan çatlaklar

b) Ana metalde ve ısının tesiri altındaki bölgede görülen çatlaklar

Kaynak metalinde görülen çatlaklar banyosu katılaşmaya başladığı anda oluşan sıcak çatlaklar veya kaynak metali katılaştıktan sonra ortaya çıkan soğuk çatlaklar olarak kendini gösterirler. Sıcak çatlaklara genellikle esas metalin çelik olduğu durumlarda segregasyon , kükürt, fosfor ve kurşun ; demir dışı metaller

olduğunda ise kükürt ve çinko içermesi , ayrıca kaynak dikişinin esas metal kalınlığı yanında çok küçük olması sonucu karşılaşılır. Kaynak dikişi tamamen soğuduktan sonra ortaya çıkan soğuk çatlakların ise oluşumuna hidrojen gevrekliği , aşırı zorlanma ve çabuk soğuma neden olur. Bu tür çatlakları engellemek için S, P, Pb gibi elementleri içermeyen esas metaller kullanılmalı , kaynak öncesi ön tav uygulanmalı , kaynak dikişi boyutlarını arttırmalı ve çeliklerin kaynağında yüksek manganlı elektrod kullanılmalıdır.

Esas metalde ve ısının tesiri altındaki bölgede oluşan çatlaklara kaynaktan sonra ısıdan etkilenen bölgenin sertleşmesi sebep olur ki ; esas metalin bileşimi, soğuma hızı, çekme gerilmeleri, parça kalınlığı ve parçaya uygulana ısı girdisi sertleşmede önemli rol oynayan başlıca parametrelerdir. Bu tür çatlakların oluşumunu engellemek için kaynak edilecek parçalara kaynak öncesi ve sonrası tav uygulanmalı , çok pasolu kaynaklarda pasoların soğumaya meydan vermeden birbiri ardından çekilmesi , parçaya verilen ısı girdisinin artırılması gibi önlemler alınmalıdır.

Tablo 2.4 Isı tesiri altındaki bölgedeki çatlaklar

Hem kaynak metali hem de ısıdan etkilenen bölge ve esas metalde oluşan çatlakların tek tahsis şekli çatlaklı bölgeyi söküp yeniden kaynak yapmaktır. Dış zorlanmanın şekli ne olursa olsun , çatlaklar daima bağlantının mukavemet değerini düşürdüğünden hiç bir kaynak yönteminde çatlak oluşumuna izin verilmez , oluşan çatlaklar ise derhal sökülüp yeniden kaynak yapılır.

2.4. Kalıntılar

Kalıntılar kaynak işlemi esnasında oluşan oksit , cüruf kalıntılarının yanı sıra ağır metal kalıntıları ile dekapan ve kaynak tozu kalıntıları olarak kendini gösterir. Kalıntılar kaynak kesitini zayıflatmaları yanında gözenek ve çatlak başlangıcına neden olduklarından arzu edilmezler. Önleyici tedbir olarak çok pasolu kaynakta bir sonraki pasoya başlamadan önce cüruf ve oksitler temizlenmelidir. Al , Mg ve alaşımları ile paslanmaz çeliklerin kaynağında kaynak hızını azaltıp ark gerilimini arttırabiliriz.

2.5. Yanma Olukları ve Kaynak Yemesi

Kaynak parametrelerinin uygun seçilmemesi , kaynakçının aşırı hızlı çalışması , esas metalin aşırı derecede paslı oluşu ve elektrod zig zag hareketlerinin fazla yapılması neticesinde dikişin kenarlarında oyuk veya çentikler şeklinde oluşan kaynak hatalarıdır. Kaynak dikişinin kesitinin zayıflatıp çentik etkisi yaptıklarından özellikle dinamik zorlamalarda dayanımı düşürüp kırılmaya sebebiyet verirler. Bunun için iyice temizlendikten sonra yeni paso kaynak ile doldurularak tamir edilirler.

Tablo 2.5 Yanma Oluğu

2.6. Sıçramalar

Kaynak işlemi esnasında yüksek akım şiddeti , örtünün rutubetli olması ve bazen de elektrodların kendi özellikleri dolayısıyla sıçramalar oluşur. Etrafa sıçrayan küçük metal parçaları gerek kaynak dikişinde , gerekse esas metalin

yüzeyinde istenmeyen küresel kabarcıklar oluşturur ki bu kaynak dikişinin görüşünün bozulması , metal kaybı ve temizleme için harcanan zaman olarak karşımıza çıkar. Esas önemli sakıncası ise sıçrantıların üzerine kaynak metali yığıldığında arada kalarak yapışmamaya neden olmasıdır. Bu hatayı engellemek için akım şiddeti iyi ayarlanmalı oluşan sıçrantılar bir keski veya fırça ile derhal temizlenmelidir.

2.7. Gözenekler

Kaynak dikişlerinde en sık karşılaştığımız ve en önemli kaynak hatalarından biri olan gözenekler kaynak banyosunda sıkışıp kalan gazların oluşturduğu boşluklardır.

Şekil 2.4' te gösterildiği gibi gözenekler gaz kabarcığı denilen tek tek yuvarlak , gaz kanalı diye adlandırılan uzunlamasına boşluklar ve gözenek kanalları şeklinde kendini gösterir.

Şekil 2.4 Kaynak dikişinde karşılaşılan gözenek çeşitleri

Gözeneklerin oluşumuna esas metal ve ilave metalin kimyasal bileşimi (Kükürt ve fosfor miktarı) , kaynak tozuna yabancı maddelerin karışması ,

elektrod örtüsünün veya kaynak tozunun nemli oluşu (Tozaltı kaynağında) , düşük akım şiddeti ile çalışması , çabuk soğuma , kaynak ağzının kirli , yağlı ve paslı oluşu gibi etkenler sebep olur. Kaynak esnasında oluşan gözenekler dikişin taşıyıcı kesitini azalttığından dayanım değerini düşürür ve kesitte yerel gerilme birikmelerine neden olduğundan mekanik özellikleri kötüleştirir , statik mukavemet değerlerini fazla etkilememesine rağmen , yorulma dayanımını olumsuz etkiler.

Tablo 2.6 Gözenekler

3. ZARARLI IŞINLAR VE GÖZLERİN KAYNAKTAN KORUNMASI

3.1. ARK IŞINIMI

Açık kaynak arkının toplam enerjisinin %15' inin ışın halinde çevreye yayıldığı öteden beri bilinmektedir. Bu enerjinin %10'u ultraviyole , %30 'u parlak veya görünen ışınlar , geri kalanı ise enfraruj ışınlardır.

Kaynak ve kesme operasyonlarında , ışık yayımı şiddetli olarak ısıtılmış metalden veya gazlardan üç türde ışınlar açığa çıkar.

1. Görünen parlak ışınlar
2. Görünmeyen ultraviyole ışınları
3. Görünmeyen enfraruj ışınlar

Parlak veya görünen ışınlar gözleri kamaştıracak geçici görme bozukluklarına neden olurlar , bu olayın sürekli tekrarı ise doğal olarak gözün görme yeteneğinin azalmasına neden olur.

Ultraviyole ve enfraruj ışınları insan gözü tarafından algılanmadıklarından , bu ışınlar yalnız olarak etkilediklerinde insan refleks ile göz kapağını kapatıp korunma yoluna gitmez. Ultraviyole ışınları göz tarafından absorbe edildiğinde , gözlerde bir yanma , sulanma , ışığa karşı aşırı bir duyarlılık şeklinde ortaya çıkan bir rahatsızlığa neden olur ; gözler 4 ila 8 saat sonra kanlanır , gerekli tedavi uygulanırsa 24 saatte iyileşme başlar ve kalıcı bir kusurun oluşması önlenmiş olur ; bu olayın sık sık tekrarı kalıcı görme bozukluklarının ortaya çıkmasına neden olur. Gözleri görünen ışınlardan koruyan renkli maske camlarının kaliteli türleri gözleri bu ışınlardan korur.

Enfraruj ışınları dalga boylarına göre gözün ön ve arka kısımlarında tahribat yapar. Kısa dalga boyu enfraruj ışınları gözde ağ tabakasının yanmasına neden olur ve buda sonuçta körlüğe kadar gider. Uzun dalga boylu enfraruj ışınları ise

göz merceğinin saydamlığını yitirmesine ve sonuçta da katarakt diye adlandırılan bir göz hastalığının gelişmesine neden olur. Bu hastalık ameliyat ile tedavi edilebilirse de görme yeteneğinin büyük bir kısmının yitirilmesine neden olur.

Kuvvetli Ultraviyole ışınları güneşin direkt tesirindekine benzer bir şekilde her iki gözünü şiddetli bir şekilde yakar ve çevresine yeteri kadar zarar verir. Şiddetli görünen ışık gözlere çok fazla tesir ederek geçici bir körlük meydana getirebilir.

Enfraruj ışınlar , ilerideki sayfalarda anlatıldığı gibi , her bir kaynak tarafından emilmeyerek gözlere tesir eder. Bu ışınlar gözün kataraks, retina kısımlarının zedelenmesine sebep olup ; kornea ile akues çemberine ışık geçirgenliği azaltırlar. Ultraviyole ve enfraruj ışınlarının kuvvet değeri kaynak alanındaki ışından sağlanmaktadır. Arktan meydana gelen bu ışınlar , alevden meydana gelenlere nazaran daha büyük ve kuvvetlidir. Çevrenin zarar görmemesi bu ışınların emilmesine (absorbe edilmesine) veya yansıtılmasına bağlıdır.

3.1.1. Görünen Işınlar

İyi bilinen bir hususta gözün renkli kırmızı ve mor ışık dizisini kısalttığıdır. Işık sistemi normal olarak takip edilerek çok belirgin bu durum meydana gelmekte olup , bu kombinezon sarı ve yeşil ışıklardır. Sonra kırmızı ışık yalnız veya genel olarak mavi ışıkla olur ki bu durumda vida (menekşe) ışınları yalnız kalır. Göz ise yeşil ışıklara karşı çok hassastır ki bundan sonra çok kırmızı ve mavi ışınlar gelir. Bu nedenle Sarı ve Yeşil ışınlar en çok parlama yeteneğine sahiptirler. Bu özelliğin doğruluğunu , değişik mercek ve ışık prizmaları ile güneş ışıklarına ve bulutlara bakmakla anlamak mümkündür. Kehribar rengindeki veya hafif yeşil renkli camlarla , camsız olarak görülebilen mavi ve viyole (mor) ışınları daha iyi izlemek mümkündür.

Açık olarak kaynak camları için renk eğrisini seçmek , bu hususta ihtisaslı kimselerin karar vereceği bir konudur. Fakat renk derinliği hakkındaki karar operatöre aittir.

Merceklerden enfraruj ve ultraviyole ışınlarını izlemek en iyi yöntem olup , bunların azalmasında % 60 oranında etkilidir. Faydalı ışınlar , zararlı olanlara

nazaran daha fazladır. İnsan gözünün çok parlak ışıklara karşı pek verimli olmamasından dolayı mutlaka korunması gerekmektedir.

3.1.2. Ultraviyole Işınları

Ultraviyole ışın yayılımı görünmez olup , dalga boyları en fazla 400 milimikron ve en az 90 milimikrondur. Bu ışıklardan korkulması görünmezliğinden değil de , bunları zararsız duruma getirecek herhangi bir organizmanın olmamasındandır.

Bütün ultraviyole ışın yayımlarının dalga boyları 290 milimikrondan küçük olup , atmosfer tarafından absorbe edilmektedir. Buradan da bir kaynağının kendisine tesir edecek kullanma alanındaki ışın boyu 290 milimikronun üstünde olmalıdır. Gözün kornea tabakası boyu 295 milimikron olan bütün ışıkları rahatlıkla emer.

Normal ultraviyole (hiçbir tesir olmaksızın) ışıklarının sahip oldukları boyları 300 ile 380 milimikron arasında olup (bazı özel durumlarda 400 milimikron yaşlı kimseler için zararlıdır.) Kristal mercekler tarafından çok kolay absorbe edilir. Kısa boylu ışıkların kristal mercek tarafından absorbe edilmesi merceğin (karanlıkta parıldayan kedi gözü gibi) parlamasına ve geçirgenliği zedelemesine sebep olur. Bu zorluktan dolayı göz merceğinde güneş yanmasına tam benzeyen bir olay meydana gelir. Her iki durum içinde rahat bir emniyet sağlamak için absorbe mercekleri giyilmelidir.

Ultraviyole ışıklarının varlığı bilirse , bunlara karşı korunma çok kolaydır. Ultraviyole ve genel ışıkların her ikisini de geçiren çok az sayıda şeffaf metaller vardır. Bütün bu kristalize metaller genel olarak kullanılmazlar. Yeterli derecede temiz camlar , temiz mika camları , saf veya renkli selülozlar ve jelatinler ultraviyole ışıklarını geçirmezler.

Işık kaynağını operasyona sokarken çok zengin ultraviyole ışıkları meydana geldiği bilinmelidir. Mesela ; ark kaynağında adi bir camla gözleri korumaya çalışmak hiç de doğru değildir. Bu görünmeyen ışıklar gibi yansıma yapar ve eğrisel yansıma kolayca gözlüğün iç camına geçerek gözün zedelenmesine

sebeplerden biri de renkli özel , göze uyan gözlükler en emin koruyuculardır. Bu nedenlerden dolayı elleri de koruyarak , yüzü 5 - 20 cm uzakta tutmak gerekmektedir.

Ultraviyole ışınları tüm organik maddelerde tahribata neden olur. Özellikle normal elbiseler , kaynak yapılan yerlerde kısa bir süre sonra sertleşir ve parçalanır. Bu bakımdan kaynakçılar deri elbise giymelidir.

3.1.3. Enfraruj Işınları

Bundaki problem ultraviyole ışınlarına nazaran daha fazladır. Tedbir olarak infraruj ışınlarından gözlerin korunması şarttır. Bu ışınların boyları 750-2000 milimikron arasında değişmektedir. Enfraruj ışınlarının esas görevi daha çabuk ısıtıcı özellik taşımasıdır. Çünkü metaller tarafından bu ışınlar karşı geçirgenlik direnci gösterilmediğinden ışın metalle teması geçer geçmez , metal tarafından ya absorbe edilir veya değişir. Cilt üzerinde en fazla yakıcı özelliği olanlardan biri de bu ışınlardır. Tıp otoritelerinin fikirlerine göre infraruj ışınlarının ancak %6 - %9 'unun göz tarafından absorbe edilmiş olup ayrılma hattı da görünen kırmızı ışınlar ile infraruj ışınlarından yararlanarak neticelendirilmiştir. Bunun dışındaki %94 - %91'lik ışınlar , 750 milimikronluk dalga boyları ile gözün retina tabakasına ulaşır. Gözün iris tabakası bu ışınların büyük bir kısmını absorbe eder. Dalga boyları 750 ve 1300 milimikron olan ışınların yaklaşık olarak %75 ile %80'i iris tabakası tarafından absorbe edilebilir.

Toplam bu ışınların irise gelişleri aynı zamanda mercekten geçip , göz bebeğine varışıdır. Mercekler , ışın boyları 750 – 1300 milimikron olanların %12'sini absorbe edebilir. Bu ışınlar da korunmamış gözlere geldiğinde ciddi bir tehlike yaratarak hemen hemen güneş yanmasına benzer bir yanma meydana getirirler. Böylece gözlerin bu ışınlar karşı korunması mutlak bir mecburiyet taşır. Bu ışınları absorbe edecek çok iyi kaliteli ve göz çevresine zarar vermeyen koruyucular vardır.

Yukarıda anlatılanlardan sonra kaynak operasyonlarında gözün görünmeyen infraruj ve ultraviyole ışınlarından korunması gerektiği apaçık ortadadır. Bütün bu koruyuculuk nitelikleri koruyucu gözlüklerle sağlanmalıdır.

3.2. Metal Çerçevesiz Mercekler :

Bilim adamlarının tanımlarına göre metalik yüzey filmleri , dalga boyundan kalınlık olarak daha küçüktür. Metalik filmlerin oluşumu ile ideal olarak kaynaktan koruyucu camlar ile korumayı mecburi kılar.

Gümüş mercekler üzerinde ultraviyole ve görünen ışınlar için uygun karakteristik arz eder. Filmlerin değişik renkli camlardaki kombinasyonu , standart şekillerde iç ölçülerine göre yapılmaktadır. Ancak bunlar yalnız başlarına kullanılmamalı ; önlerine koruyucu bir cam konulmalıdır. Böylece esas cam çapaklardan korunmuş olacaktır.

MIG-MAG kaynağında ark etrafında duman bulunmadığından ve akım yoğunluğu da yüksek olduğundan aynı akım şiddetinde örtülü elektrod ile yapılan ark kaynağına nazaran gözlerin daha koyu bir maske ile korunması gerekmektedir. Bütün kaynak yöntemlerinde gözlerin korunması için kullanılan maske camları DIN 4647' de sınıflandırılmıştır.

Tablo 3.1 MIG-MAG kaynağında DIN 4647 'ye göre gözler için önerilen maske camları