

Günümüz endüstrisinde en yaygın kullanılan Direnç Kaynak Yöntemi en eski elektrik kaynak yöntemlerinden biridir. Yöntem elektrik akımının kaynak edilecek parçalar üzerinden geçmesidir. Elektrik akımına karşı olan malzeme direnci malzemelerin akım geçişi sırasında kaynak sıcaklığına ısıtılmasını sağlar. Yöntemde üst üste konmuş 2 veya daha fazla malzeme sıkıştırılarak üzerlerinden akım geçirilir ve punta uçlarının bastığı bölgelerde ergimiş noktalar oluşur. Akım geçişinden sonra parçalar ergimiş noktaların katılmasına için bir süre daha basınç altında tutulur. Böylelikle katılma sonucunda malzemeler birbirine kaynaklanmış olur. Kaynak ısı, basınç ve zamanın kombinasyonu ile yapılır. Kaynak zamanı malzeme kalınlığına ve kalitesine, akımın büyüklüğüne ve punta ucunun malzeme yüzeyine temas alanına bağlıdır. Yöntem otomasyona uygundur. Genel kullanım alanları otomotiv gövde, kabin ve sac birleştirmeleridir.

Şekilde görüldüğü gibi şebeke akımının yüksek voltaj / düşük amperi, düşük voltajı / yüksek akım şekline bir trafo yardımıyla dönüştürülür. Kaynak, kaynak edilecek malzemeleri belli bir basınçla sıkıştırıp, akımın malzemeye akmasını sağlayan elektrotlar yardımıyla yapılır. Akım bir elektrottan diğerine malzeme üzerinden geçerek akar. Bu elektrotlar, yüksek akımın geçişine izin veren, basınç altında yeterli fiziksel mukavemete sahip özel bakır alaşımlarıdır. İnce parçaların kaynağında hava soğutmalı, kalın parçaların kaynağında ise su soğutmalı elektrotlar kullanılır.

Direnç nokta kaynağı, amper, elektrot basıncı ve akımın aktığı uzaklık ile kontrol edilir. Otomatik kaynaқта kaynakçı akımı, basıncı ve zamanı ayarlar, sabitler. Elektronik devreler vasıtasıyla tekrarlanan bütün kaynaklarda parametrelerin aynı olması sağlanır.

Direnç Nokta Kaynağının Esasları
Direnc nokta kaynağı, kaynak edilecek iki malzemenin üzerinden punta uçlarıyla akım geçirilmesiyle ortaya çıkar. Ana metallerin elektrik akımına karşı oluşan dirençleri bölgesel ısının ortaya çıkmasına sebep olur ve kaynak yapılır. Direnç nokta kaynağı, birbirlerine temas eden iki malzemenin şekilde de görüleceği üzere temas yüzeylerinde kaynak bölgelerinin oluşturabildiği tek yöntemdir.

Direnç nokta kaynağında kaynak kolları ve uçları malzemeye çift yönde baskı ve akım uygular. Bütün pozisyonlarda kaynak yapmak mümkündür. Kaynak bölgesindeki temas yüzeylerinde elektrik akım direncinden dolayı oluşan ısı malzemelerin sıcaklıklarını ergime noktalarına kadar çıkarmalıdır. Aksi takdirde akım malzemeler üzerinden akar,

kaynaklanma olmaz. Kaynak kolları malzemeleri kaynak öncesi, sonrası ve kaynak sırasında belli bir basınçla tutmalıdır. Ancak unutulmamalıdır ki bu basınç malzemeleri sabitlemek için kullanılmamalıdır.

Isının oluşturulması

Akım bir iletkenin üzerinden geçerken, iletkenin akım geçişine karşı elektriksel direnci ısının ortaya çıkmasına sebep olur. Isının ortaya çıkmasını sağlayan ana formül aşağıdaki gibidir.

$$H = I^2 \times R$$

$$H = Isı$$

$$I^2 = \text{Akımın karesi}$$

R = Direnç

Baskı (sıkıştırma) zamanı ; kaynak öncesi punta kollarının malzemeleri sıkma zamanı .

Kaynak zamanı; kaynak yapılan süre.

Tutma zamanı; kaynak sonrası, basıncın kaldırılmadan tutulduğu zaman.

Boşaltma zamanı; basıncın kaldırılarak malzemelerin boşaltılıp, yükleme yapıldığı zaman

Kaynak bölgesinde direnç oluşturan 6 nokta vardır.

- 1) punta ucu (elektrot) ile üstteki malzemenin temas yüzeyi
- 2) üst malzeme
- 3) üstteki malzeme ile alttaki malzemenin temas yüzeyi
- 4) alt malzeme
- 5) punta ucu (elektrot) ile alttaki malzemenin temas yüzeyi
- 6) punta ucunun direnci

Dirençler seri şekildedir. Her direnç akım akışını geciktirecektir. Kaynak edilecek malzemelerin birleşme yüzeylerindeki (madde 3' teki) , direncin miktarı ana malzemenin ısı transfer kapasitesine, malzemenin elektriksel direncine ve kaynak edilecek malzemelerin kaynak noktasındaki kalınlığına bağlıdır.

Zaman faktörü

Direnç nokta kaynağı, ana malzemenin direncine ve nokta kaynağını yapacak ısıyı üretecek olan akım akışının miktarına bağlıdır. Diğer önemli faktör ise zamandır. Punta kaynağı için bir çok durumda yüksek amper değerleri kullanılır. Bu yüksek amperler, yüksek dirençlerle akarken kısa bir zaman sürecinde fazla ısı çıkarılır. Kaliteli kaynaklar için akımın akış zamanının çok iyi kontrol edilmesi gerekir. Nokta direnç kaynaklarında zaman kontrol edilebilen tek değişkendir. Akımın kontrolü ekonomik ve pratik değildir. Bir çok nokta direnç kaynağı kısa zaman aralığında yapılır. Kaynak yöntemlerinde normal olarak alternatif akım, 50 / 60 Hz (1 saniyede 50 / 60 kez tekrarlanan AC akım) kullanılır.

Ortaya çıkacak ısının formülü zamanı da içerdiği zaman alttaki gibi değişecektir.

$$H = I^2 \times R \times T \times K$$

$$H = \text{Isı} \quad I^2 = \text{Akımın karesi} \quad T = \text{Zaman}$$
$$R = \text{Direnç} \quad K = \text{Isı kaybı}$$

Zamanın kontrolü çok önemlidir. Şayet zaman çok uzun olur ise birleşme noktasındaki ana metalin ergime sıcaklığının çok üzerine (bazen kaynama noktasına) çıkılabilir. Bu gaz gözeneklerinden dolayı kaynakta hatalara sebep olur. Aynı zamanda sıvı metalin kaynak bölgesinden uzaklaşarak, kaynak noktasının kalınlığının düşmesi olasılığı da söz konusudur. Kısa kaynak zamanı ana malzemeye verilecek fazla ısı olasılığını da düşürecektir. Ana malzemenin ısıdan dolayı etkilenmesi, malzeme yüzeyi deformasyonu ve kaynak noktası çevresindeki ısıdan etkilenen bölgenin sınırları daha düşük olacaktır.

Basınç

Direnç nokta kaynağında basıncın etkisi dikkatlice düşünülmelidir. Basıncın ana amacı kaynak edilecek malzemelerin birleşme yüzeylerini temas ettirmektir. Bu hareket kaynak noktasındaki elektriksel direnç ve iletkenliğin uyumu ile sağlanır. Punta kolları ve uçları malzemeleri bir araya getirmek için kullanılmamalıdır. Direnç nokta kaynak makineleri, elektriksel "C" tutucuları gibi dizayn edilmemiştir. Basınç uygulanmadan önce parçalar birbirlerine temas edecek konuma getirilmelidir. Araştırmalar kaynak birleşmelerindeki

yüksek basıncın elektrot ile malzeme temas yüzeyi arasındaki direnci düşürdüğünü göstermektedir. Basıncın yükselmesi, direnç faktörünü düşürür.

Elektrot ucu

Bakır, punta kolları ve uçlarında kullanılan ana malzemedir. Uçları (elektrotların) amacı kaynak akımını malzemeye basınç uygulanan yüzeylerden geçirmek ve çalışma şartlarında özelliklerini korumaktır.

Nokta kaynağı elektrotları

- elektriksel iletkenlikleri iyi olmalı.
- Isı iletkenlikleri iyi olmalı.
- İyi mekanik mukavemet ve sertlikte olmalı.
- Kaynak edilecek malzemelerle alaşım oluşturma özelliği (olasılığı) düşük olmalı.

Saf bakır yüksek ısı ve elektriksel iletkenliğe sahiptir, ancak yumuşaktır ve aşınması kolaydır. Aynı zamanda ısı etkisinde kaldığında daha da yumuşar. Bir çok elektrot bakır alaşımıdır.

elektrot uçları bakır alaşımlarından veya diğer malzemelerden yapılabilir. elektrot malzemeleri 2 grupta sınıflanmıştır.

Grup A ; Bakır Alaşımları (Sınıf I, II, III, IV, V)

Grup B ; Refrakter Malzemeler (10, 11, 12, 13, 14)

Grup A, Bakır alaşımları

Sınıf 1 ; Cu – Cd alaşımı (nokta kaynağı için)

İletkenlik % 80

Al alaşımları, Mg alaşımları, Galvanizli kaplı çelik, Pirinç ve Bronz kaynağı için uygundur.

Sınıf 2 ; Cu-Cr alaşımı (nokta ve dikiş kaynağı için)

İletkenlik % 75, sertliği uygun

Hafif karbonlu çelikler, Düşük alaşımlı çelikler, Paslanmaz çelikler, Nikel ve Monel için

uygundur.

Sınıf 3 ; Cu – Zr alaşımı (projeksiyon kaynağı için)
İletkenlik % 45, mukavemet ve sertliği sınıf 2'ye göre daha yüksek
Paslanmaz çelikler için uygundur.

Sınıf 4 ; Sert, yüksek mukavemetli alaşımdır. Özel uygulamalar için tercih edilen elektrot malzemesidir.
İletkenlik % 20

Sınıf 5 ;Döküm elektrotlardır , mukavemetleri çok yüksek
İletkenlik % 15

Grup B, Refrakter malzemeler

Kompozisyonları sinterlenmiş bakır ve tungsten gibi karışımları içerir. Yüksek sıcaklıktaki aşınma dirençleri ve basma mukavemetleri için dizayn edilmişlerdir. 10 ile ifade edilen bakırın iletkenliğinin % 40'ına sahiptir. Üst numaralara çıktıkça iletkenlik düşer.

Direnç Nokta Kaynağı Yapılan Malzemeler

* **Hafif karbonlu çelikler**

Hafif veya düşük karbonlu çelikler direnç nokta kaynağı yapılan malzemelerin büyük bölümünü kapsamaktadır. Uygun ekipman ve yöntem ile düşük karbonlu çeliklerin kaynaklanabilirliği güzeldir.

Karbonlu çeliklerin karbon yüzdesi yükseldikçe şayet son ısıtma yapılmaz ise kaynak sonrası yapılarında kırılğan olan sementit oluşur. Hızlı soğuma sonucunda kaynak bölgesinde oluşan bu yapı kaynağın kırılğan olmasına neden olur.

*** Düşük alaşımlı ve orta karbonlu çelikler**

Bu çeliklerin kaynağında hafif ve düşük alaşımlı çeliklerin kaynağına göre farklılıklar vardır. Düşük alaşımlı ve orta karbonlu çeliklerin direnç faktörü daha yüksektir. Bunun sonucunda akım gereksinimleri biraz düşer. Metalürjik yapı değişimlerinin hassaslığından dolayı, zaman ve sıcaklık daha kritiktir. Düşük karbonlu çeliklere göre daha yüksek kırılma olasılığı (kaynak metalinin) vardır. Basınç alaşım elementlerinden ve karbon miktarından dolayı bir miktar daha yüksektir. Kaynak zamanının bir miktar uzun olması, kaynak soğuma zamanını geciktirmesi ve daha sünek kaynaklar elde edilmesi bakımından uygun bir seçim olur.

*** Paslanmaz çelikler**

Östenetik paslanmaz çelikler yüksek elektriksel dirence sahiptir ve direnç nokta kaynağı ile kaynaklanabilirler. Bu malzemelerde düşünülmesi gereken şey, 800 – 1400 F arasında hızlı soğutulmalarıdır. Hızlı soğuma tane sınırlarında krom – karbür oluşma olasılığını düşürür. Kritik sıcaklıklarda uzun süre kalma karbür çökmesini artırır.

*** Kaplı çelikler**

Galvanizli (elektro veya daldırma (daha ucuz olduğu için kullanılan çeşittir.)) veya çinko kaplı çelikler bu gruptadır.

Daldırma galvanizli çeliklerde kaplama kalınlığı farklı olduğu için direnç faktörü değişken olacağı için parametre ayarları zordur. Çinkonun ergime derecesi çeliğe göre düşük olduğu için, çeliğin ergime derecesinde çinko buharlaşır. Basınç uygun olmalı. elektrotlar uygun zamanlarda tıraşlanmalı.

*** Alüminyum ve alaşımları**

Alüminyum ve yüksek iletkenliğe sahip ana malzemelerde 20 kVA' nın çok üzerindeki güç

kaynaklarına ihtiyaç duyulur. Alüminyumun elektrik iletkenliği yüksektir ve kaynak makinesi kaliteli kaynaklar için yüksek akım ve alüminyumu ergitecek ısıyı sağlayacak kapasitede ve uygun basıncı sağlayacak şekilde olmalıdır.