

D - DİRENÇ SERTLEHİMLEMESİ

Direnç sert lehimlemesi çoğunlukla nispeten basit görünüşlü birleşmelere uygulanır. Sert lehimlenecek alanın geniş ya da süreksiz veya bir boyutta çok daha uzun olması halinde uniform akım dağılımı, ve dolayısıyla, uniform ısıtma elde etmek güçtür. Direnç sert lehimlemesinin uygulanacağı parçalar, sert lehimleme sıcaklığında şekil bozulmasına uğramadan basınca dayanabilecek şekilde tertipleneceklerdir. Mümkün olduğu kadar da parçalar kendi kendilerini yuvalayacak gibi tasarlanacaklardır. Dirençle sert lehimlenebilecek iş parçaları $\$0,03$ ilâ $0,12$ mm telden yaklaşık 65 ilâ 100 cm birleşme alanına sahip parçalara kadar değişik olabilir. Bununla birlikte yüksek üretim direnç sert lehimlemesinde birleştirme alanı genellikle $0,6$ ilâ $4,0$ cm yi aşmaz.

Bu yöntemde iş parçaları yerel olarak ısınır ve bunların arasına önceden yerleştirilmiş ilâve metal, elektrotlarla parça arasından elektrik akımının geçişine gösterilen dirençten elde edilen ısıyla ergir. Mutat uygulamada, ısıtma akımı birleşmenin kendisinden geçer. Direnç kaynağı donanımı kullanılır ve birleşme yerinde elektrik temasını sağlayacak gerekli basınç, elektrotlar tarafından uygulanır. Bu elektrot basıncı aynı zamanda kapiler davranış için gerekli sıkı alıştırmayı da sağlar. Direnç sert lehimlemesi için ısı, elektrik rezistivite ve boyutlarına bağlı olarak başlıca iş parçalarının kendilerinde, elektrotlarda veya her ikisinde birden yaratılabilir.

Taşınabilir kaynak kıskacı, iri parçaların ya da standart direnç kaynağı makinelerinin ulaşamadığı konstrüksiyonların sert lehimlenmesine olanak sağlar.

Yöntem, maksimum yerel sıcaklığın iş parçalarının ergime noktasından aşağı olmasının gerektiği yerlerde ele alınır. 600 ilâ 820°C arasında akan ilâve metaller sıradan birçok metalin direnç sert lehimlenmesinde kullanılır.

Direnç sert lehimlemesiyle en sık birleştirilen metal bakır olup yüksek rezistiviteli elektrotlarla çalışma, ana metal ergimeden birleşme yerinde toplanmış ısı yaratılmasının en etkin yolu olmaktadır. Ayrıca, kendi kendini dekapanlayan ilâve metallerle (BCuP tipi Cu-P alaşımları) havada sert lehimlenebilen (dekapan kullanılmadan) tek adi metaldir.

BAg ilâve metalleri de kullanılabilir ama bu takdirde bir dekapan ya da atmosfer gerekir. Bir ıslak dekapan, parçalar sert lehimleme pozisyonuna getirilmeden hemen önce çok ince bir karışım halinde sürülür. Kuru dekapan yalıtkan olup yeterli akım geçişine imkân vermez.

Direnç sert lehimlemesinin en çok uygulandığı metallerden ikinci sırayı kikir alaşımları işgal eder. Bakır ve alaşımları elektrik devre kesicileri, şalterler ve güç dağıtım teçhizatında kullanılan birçok parçanın imalinde sert lehimlenmektedir. Keza gümüş, gümüş-grafit ve gümüş-molibden den yapılmış elektrik kontaktları bakıra yine bu yolla birleştirilmektedir.

Bakır ve bakır alaşımlarının dirençle sert lehimlendiği imalâthanelerde bu yöntem ara sıra çelik ve sair metallere yapılmış birleştirmelere de uygulanır. Isı eşanjörleri için alçak karbonlu çelik borulara çelik veya başka metalden kanallar böylece sert lehimlenmektedir.

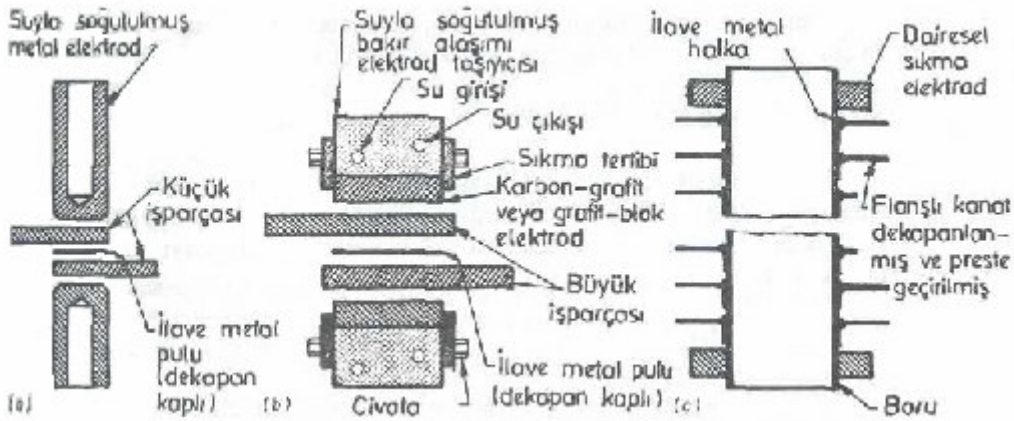
Paslanmaz çelik, nikel alaşımları ve alüminyum, direnç sert lehimlenmesiyle sınırlı ölçüde birleştirilir.

Direnç sert lehimlemesi akımının en çok kullanılan menbaı, sekonder devresi alçak voltajda (2-25V) yeterli akım veren transformatördür. Akım şiddeti, küçük, hassas işler için 50 amperden büyük işler için birkaç bin ampere kadar değişir.

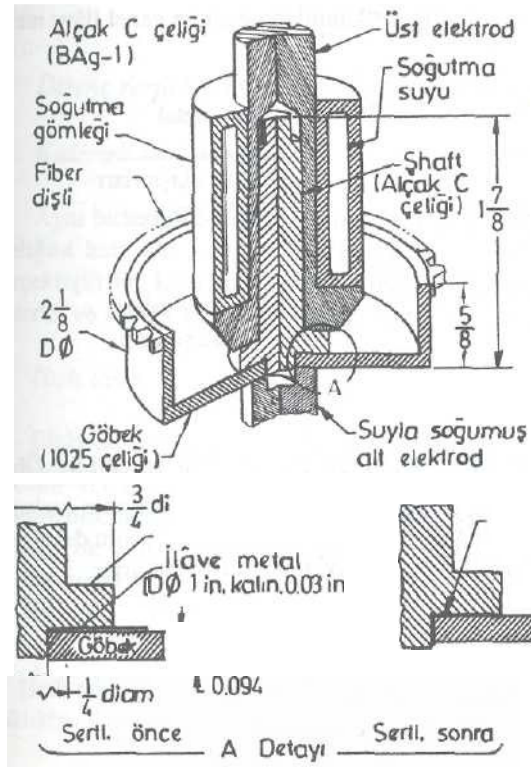
Nokta direnç kaynak makineleri biraz tadil edilerek bu yolda kullanılabilir: direnç sert lehimlemesinde, kaynağa göre, daha az basınçla daha uzun akım geçi; süresi gereklidir.

Teller ve ısı girişinin fevkalâde az ve ısıtma süresinin çok kısa olmasının gerektiği sair küçük parçalar için kondansatörler de güç menbaı olarak kullanılabilirler. Her işlemden önce kondansatörler bir redresör veya motor-generatörden doğru akımla şarj edilir.

Direnç sert lehimlemesi için elektrotlar, karbon veya grafit blokları, tungsten veya molibden çubuk veya geçmeler ve bazı durumlarda hattâ çelik gibi yüksek elektrik dirençli iletkenlerden yapılır (şek.129). Sert lehimleme için ısı başlıca elektrotlarda hasıl edilir ve iş parçasına konduksiyonla geçer. Isı menbaı olarak tek başına iş parçalarının direncini kullanmak genellikle iyi sonuç vermemektedir. Akım gereksinimi, nokta kaynağında olduğu gibi, yüksek olup ilâve metala fazla ısınmadan akması için süre vermek zordur.



Şek.129.- Direnç sert lehimlemesi için tertipler: (a) karşılıklı suyla soğutulmuş melal elektrotlar (normal direnç kaynağı tipi) kullanan küçük yassı parçalar; (b) suyla soğutulmuş bakır alaşımından taşıyıcılara bağlanmış karşılıklı karbon blok elektrotları kullanan büyük yassı parçalar, (c) dairesel olarak kavrayan elektrotların kullanıldığı boruya kanat sert lehimlenmesi.



Şek.130.- Şaft-kampana birleştirmesi, tş parçaları ve elektrodlar kendi kendilerini tespit edecek şekilde tasarlanmışlardır. Isı girdisi, kampananın çevresine bağlı fiber dişli Çarkın zarar görmesini önlemek üzere kontrolde tutulmuş ve yerleştirilmiştir.

Karbon ve grafit blok ya da çubuklar, ilâve metaller bunları ısıtmadığından, en çok kullanılanlardır. Bunların çeşitli işlere uyacak direnç ve sertlikte değişik gradlan mevcuttur. Karbon veya grafit istenilen profile kolaylıkla yontulabilir. Mamafih çok çabuk eskidiklerinden pahalı olarak telâkki edilirler.

Akım geçişi süresi küçük, hassas işler için yaklaşık bir saniyeden, büyük işler için birkaç dakikaya kadar değişir. Basınç, akım geçişi süresince, akımı kesildikten sonra ve birleşme hareketine imkân verecek katlaşmaya varana kadar, tutulacaktır.

İlave metaller

Mevcut ilâve metallerden ancak birkaçı direnç sert lehimlemesinde geniş ölçüde kullanılır. Burada metalürjik olarak uygun ilâve metaller arasından en düşük sert lehimleme sıcaklığını haiz olanının seçimine dikkat edilecektir şöyle ki iş parçasının varacağı en yüksek yerel sıcaklığın mümkün olduğu kadar alçak tutulması gereklidir, ilâve metal, önceden yerleştirilmiş olduğundan, bunun akıcılığı o denli önemli değildir.

Değişik iş parçası metallerin direnç sert lehimlenmesi için genel ilâve metal tipleri şunlardır:

İş parçası metalı	İlâve metal*
Çelik, paslanmaz çelik, ısıya dayanıklı alaşımlar, bakır, bakır alaşımları, nikel alaşımları	Gümüş alaşımları (BAg tipi)
Alüminyum alaşımları	Al-Si alaşımları
Bakır ve bakır alaşımları	Cu-P alaşımları

Dekapanlar ve temizleme

Az çok bütün direnç sert lehimlemelerinde bir dekapan gereklidir, öbür sert lehimleme yöntemlerindeki işlevlerine ek olarak burada akımın birleştirme arasından geçmesine müsaade eden bir iletken olarak da iş görür. Kuru dekapanların çoğu iletken olmayıp akımı geçirmeleri için suyla karıştın İmalıdırlar.

Dekapan genellikle sulandırılmış pasta halinde, parçalarla ilâve metalin sert lehimleme için birleştirilmelerinden kısa süre önce tatbik edilir. Pastanın ince ve uniform bir tabaka halinde olmaması ve topraklar içermesi halinde ark ve bir patlama vaki olabilir.

İlâve metal toz halinde ise, dekapan bununla ince taneli pasta halinde karıştırılabilir.

Dekapansız sert lehimleme. Dekapanı gerektirmeyen iki genel durum vardır: direnç sert lehimlemesinin bir vakum ya da koruyucu redükleyici bir atmosfer altında yapılması ve bakırın BCuP ilâve metalı ile sert lehimlenmesi.

Bazı Özel durumlarda, sert lehimlemenin temizlemeden ya da yüzeylerin mekanik olarak sıyırılmasından hemen sonra yapılması halinde bu, havada ve dekapan kullanılmadan olabilir.

Ön temizleme ve sonradan dekapan artıklarının yok edilmesi, öbür sert lehimleme yöntemlerinde olduğu gibidir.

* İlâve metal tiplerinin ayrıntıları, ilgili bahislerde verilmiştir.

Direnç sertlehimlemesinde kullanılan özel teknikler.

Kademeli sertlehimleme

Aynı birleştirme üzerinde birbiri arkasında, tedricen azalan çalışma sıcaklık aralığını haiz ilâve metallerle iki ya da daha fazla sert lehimlenmiş birleşme gerçekleştirilir. Kademeli sert

lehimleme büyük ölçüde elektrik devre kesicileri, şalterler ve sair teçhizat ile güç dağıtım teçhizatı imalâtında kullanılır.

Hızlı takip

Elektrot taşıyıcısı ile elektrotun hareketli kitesinin ataleti, ilâve metalin ergimesini yeterince hızlı takip edemeyebilir; bu, özellikle küçük parçaların sert lehimlenmesinde vaki olur. Elektrot taşıyıcısı ve iş parçalarının geciken geri çekilmesi, çok fazla ilâve metalin birleşme yerinin dışına atılmasını sonuçlandırır ki bu da alanının sadece küçük bir yüzdesinde bağlanmış zayıf bir sert lehimlenmiş birleşme meydana getirir.

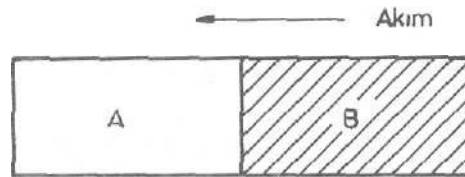
Hızlı takip özellik ergimeye başladıkları sıcaklığın sadece 15-20 üstünde bir sıcaklıkta akan ilâve metallerle (örneğin daha sonra göreceğimiz BAg-1 ve BAg-la) direnç sert lehimlemesinde önemlidir. Bu durumlarda direnç kaynağı makineleri özel alçak ataletli, alçak sürtünmeli elektrot taşıyıcılarıyla donatılırlar; böylece ilâve melal aktığında elektrot hızla geri çekilir.

Fazla ısıtmanın Önlenmesi için de, direnç sert lehimlemesinde pulslu akım kullanılır. Örneğin bakır teller yine bir bakır komütatöre, bu sonucusu fazla tavlansızdan, 11 sayıkl ısıtma ve 8 sayıkl soğuma süreli altı puls ile sert lehimlenir.

Bahsi kapatmadan önce konuyla ilgili bazı teorik mülâhazalara yer vereceğiz.

Peltier etkisi

Joule kanununda akımın bir homogen iletkenen geçişini takip eden ısı çıkışını ele aldık; iki farklı iletkenin temasında da bir ısı çıkışı vaki olur ki Peltier etkisi bundan ibarettir.



A ve B iki metal bahis konusu olsun ve akımın Örneğin B'den A'ya doğru gittiğini farz edelim. Temas yüzeyini bir coulomb kat ettiğinde elektriksel kuvvetlerin işi, potansiyel farkının tarifi gereğince, bu $V_B - V_A$ potansiyel farkına (yani B'nin potansiyeli - A'nın potansiyeli)* eşit olur.

Fakat bir elektron üzerine elektriksel kuvvetlerden başka kuvvetlerin de etkisi mümkündür; homogen metal içinde, bu kuvvetlerin bileşkesi, simetriklik dolayısıyla, sıfırdır; ancak ayırım yüzeyinin civarında durum farklıdır. Bu taktirde B'nin yüzeyini A'ya doğru geçen coulomb başına bu kuvvetlerin işi W olsun; dolayısıyla W , aynı zamanda, B'den A'ya doğru bir coulombun geçişine tekabül eden elektriksel olmayan kökenli enerjinin azalmasıdır.

Temas yüzeyinde ısı şeklinde çıkan $(V_B - V_A) + W$ toplam enerjinin bulunduğunu deney göstermiştir. H , joule olarak coulomb başına çıkan ısı miktarı ise

$$H = (V_B - V_A) + W \quad \text{olur.}$$

Akım şiddeti I ise saniyede çıkan ısı miktarı HI joule, ya da — kalori olur; bu miktar temas yüzeyine bağlı değildir.

Esasen H 'nın işareti akımın yönüyle değişir: bir yön için ısı çıkışı, öbürü için de ısı absorpsiyonu (yutulması) vardır. Bu H katsayısına *Peltier katsayısı* adı verilir.

Joule etkisi Peltier etkisini daima metallerin homogen kısımlarında takip eder; bu nedenle H 'ın ölçümü hayli zordur. Buna, akımın iki yönüne tekabül eden ısı miktarlarını ölçerek varılır: biri iki etkinin toplamı, Öbürü farkıdır.

H için çok küçük değerler bulunur ve bu katsayı volt olarak ifade edilir şöyle ki ortada bir potansiyel farkının boyutları vardır: o, voltun binde biri mertebesindedir.

Böylece, akım bir amper ve akım yönü uygun olduğunda, Peltier etkisiyle çıkan ısı, 0,001 ohm'luk bir direnç içinden joule etkisiyle çıkacak ısıya eşit olur; ama akım şiddeti bir mikroamper ise Peltier etkisi ısı, 1000 ohm'luk bir direnç içinden joule etkisiyle çıkana eşit olur. Ancak çok zayıf akım şiddetlerinde Peltier etkisi joule etkisine göre önemli olur.

H 'ın en büyük değeri, bakırla bismüt-antimuan alaşımı (10 bismüt + 1 antimuan) nın temasına tekabül edendir. 25°C 'ta, $H=0,022$ v; 100°C 'ta, $H=0,027$ v bulunur.

Peltier etkisinin saptanmasına dair deney ayrıntılarına burada girmeyeceğiz.

Thomson etkisi

Peltier etkisine eş bir olgu, ısının uniform olmaması halinde birbirine hemen komşu iki kısım arasında vaki olur; her şey iki farklı metalin temasında olduğu gibi cereyan eder: bu, *Thomson (Lord Kelvin) etkisidir*.

Metalin bir $\hat{a}t$ sıcaklık farkı arz eden iki noktası arasında, bu noktaların mesafesi ne olursa olsun, sıcak bölümlerden soğuk bölümlere coulomb başına geçen ısı çıkış miktarı, Joule olarak $a.dt$ 'dir. a katsayısına *Thomson katsayısı* ya da *elektriksel Özgül ısı* adı verilir. Akımın yönü değiştirildiğinde, çıkan ısı miktarı, yutulan ısı haline gelir.

Peltier etkisinde olduğu gibi $a.dt$ miktarı $A_{t+dt} - A$, potansiyel farkının büyüklük mertebesini verir şöyle ki bu fark aynı bir A metalinin, sıcaklıkları t ve $t+dt$ olan iki noktası arasındaki potansiyel farkının mertebesidir.