

C - ENDÜKSİYON SERTLEHİMLEMESİ

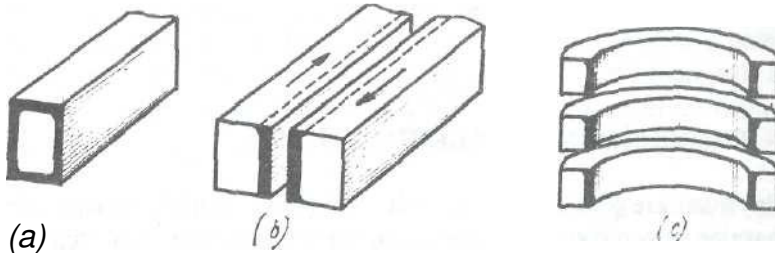
Öbür yöntemlere göre endüksiyon sert lehimlemesinin seçimi, parçanın sadece birleşme yerine hemen komşu olan yerel alanının ısıtılmasının sağlayacağı belirli avantajlar varsayımına dayanır. Bu varsayım, her biri endüksiyon ısıtılmasını çekici kılan birçok mülâhazadan kaynaklanır

1. Birleşecek parçaların bazı başka yerlerinin de ısıtılması istenmeyebilir (su verilmiş bir bölümü, ilâve ısıtmayla yumuşayabilir)
2. Parçaların tümünü ısıtmak ekonomik olmayabilir ve istenmeyebilir.
3. Sadece birleşme yerinin ısıtılması, şekil bozulmasını önlemede faydalı olabilir.
4. Böylece çok hızlı ısıtma sonucu, havada alevle veya hava ile çalışan elektrik ocaklarında sert lehimlemeye göre iş parçasının yüzeyi daha az ölçüde oksitlenir. Hızlı ısıtma ana metalin hızlı tane büyümesi ve rekristalizasyonunu önler.

Endüksiyonla ısıtmada ısı bir metal parçasında, onu bir alternatif akım taşıyan devrenin magnetik alanına yerleştirerek onda hasıl olan Foucault akımlarından elde edilir.

Her alternatif akımda olduğu gibi, endüklenmiş akım yoğunluğu ve buradan da iletkene ısı girişi, kesiti boyunca uniform olmayıp komşu iletkenlerin elektromagnetik ve magnetik alanları tarafından saptanır. Üç etki tipi burada rol oynayabilir: dış kabuk etkisi (şek. 125a), yakınlık etkisi (*b*) ve halka sargı etkisi(*c*).

Dış kabuk etkisi (skin effect), bir iletkenin içinden geçen bir alternatif akım yoğunluğunun iletkenin yüzeyinde azami olup eksenine doğru hızla azalması olgusundan ibarettir. Akımın, içinde endüklendiği iletkenin elektrik iletkenliği ve magnetik nüfuziyet kabiliyetinin (permeabilitesinin) yüksekliği oranında bu etki belirgin olur.



ŞEK.125.- (a) Dış kabuk etkisi (skin effect); (b) yakınlık etkisi; (c) halka etkisi (siyah alanla; birbirine çok yakın magnetik alan çizgilerini ifade eder)

Yakınlık etkisi, birbirlerine yakın iletkenler arasında, bunların içinde akım akışı yönünde uniform olmayan akım yoğunluğuna bağlı olarak kendini gösterir: alternatif akımın azami yoğunluğu, akım geçiş yönünün aynı ya da farklı olması halinde iletkenlerin sırasıyla birbirine ters ya da komşu yanlarında görölür. Yakınlık etkisi, iletkenler birbirlerine yaklaştırıldıklarında daha kuvvetli olur.

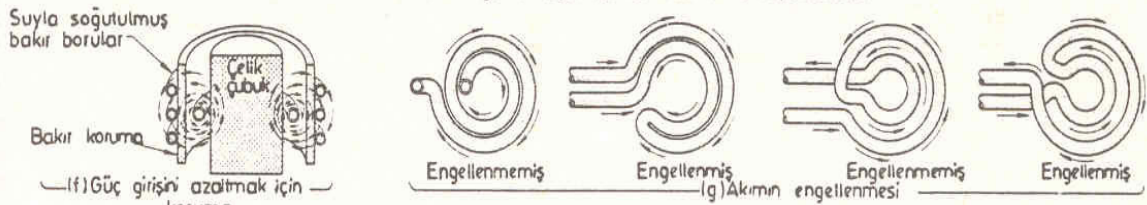
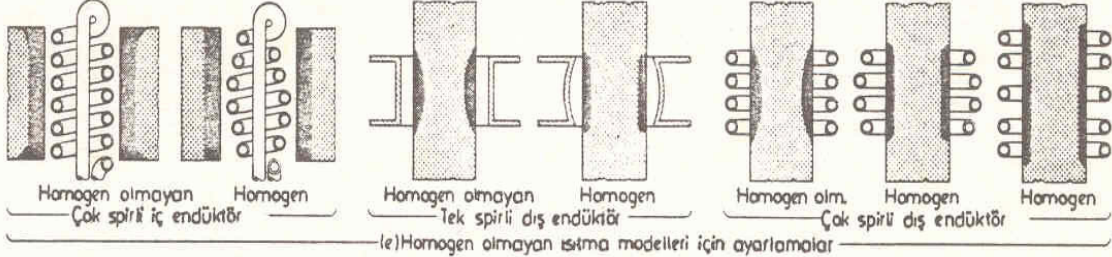
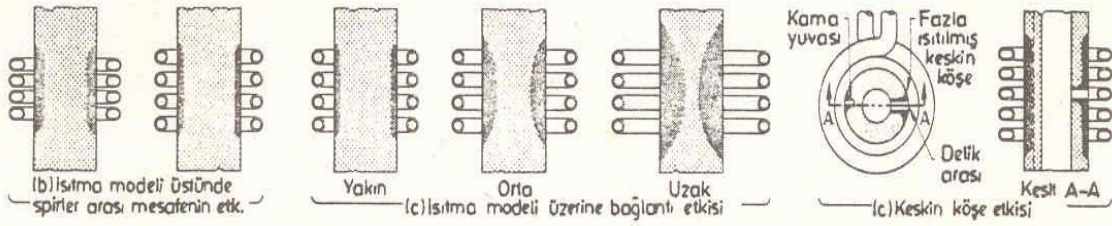
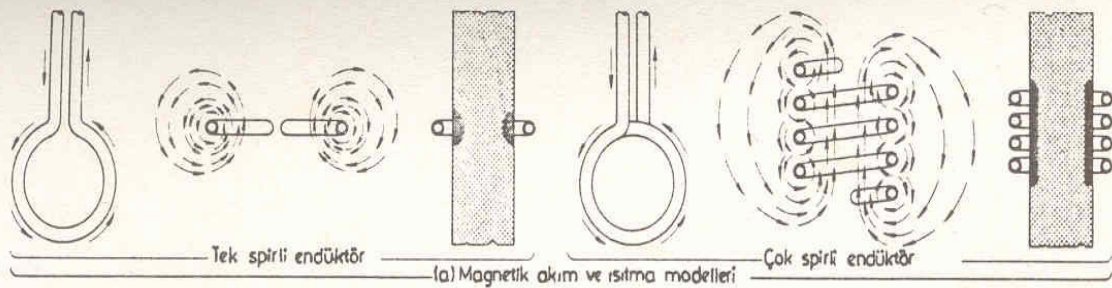
Halka etkisi, halka şeklinde sarılmış bir iletkenin elektromagnetik alanının simetrik olmayışından ileri gelir: alan çizgileri birbirlerine, halkanın iç yüzeyinde daha yakın, dış yüzeyinde daha uzak olurlar.

Isıtılan metalin, çeliklerin çoğunda olduğu gibi, ferromagnetik olması halinde histeresis olayından ötürü bir hafif ek ısıtma hasıl olur. Mamafih, histeresisten ileri gelen tüm ısıtma, işparçası sıcaklığı Curie* noktasına vardığında (elikte yakl.800°C), biter. Bu sıcaklığın üstünde, elektrik direnciyle ısıtma, sıcaklık arttıķa düşük ölçüde devam eder.

Sözü edilen her üç etki, yüksek akım frekanslarında, daha kuvvetli olur. Bu birleşik etkiler birbirine eklenebilir ya da birbirinden alabilirler. Isıtılan metalin azalan magnetik permeabilitesiyle, Curie noktası civarında kabuk etkisi daha az belirgin olur.

Endüksiyonla elde edilen ısıtma şekillerini etkileyen değişkenler şunlardır (şek. 126): (a) magnetik alanı hasıl eden endüktörün biçimi, (b) endüktörde sargı sayısı, (c) endüktör sargılan arasındaki mesafe, (d) sargılarla iş parçası arasındaki mesafe (hava aralığı), (e) magnetik alan içinde bulunan iş parçasında mevcut keskin köşeler, (f) endüktör içinde veya buna yakın metalik kılıfların (mahfazaların) varlığı, (g) alışma frekansı ve (h) alternatif akım güç girişi.

Ferromagnetik maddelerin bu özelliklerini kaybedip paramagnetik (ferromagnetik olmadıklar halde mıknatıslar tarafından çekilen) duruma geçtikleri belli sıcaklık derecesi (Nikelde yskl 360°C, Co'da yakl. 1100°C).

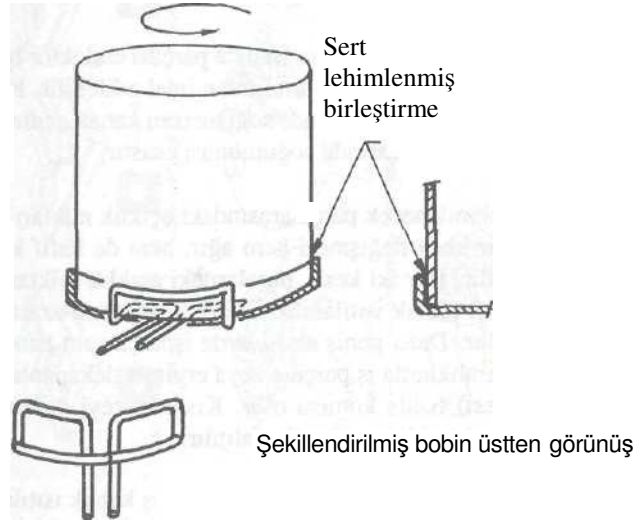


Şek.126.- Çeşitli endüktörlerin meydana getirdikleri magnetik alanlar ve ısıtma şekilleri

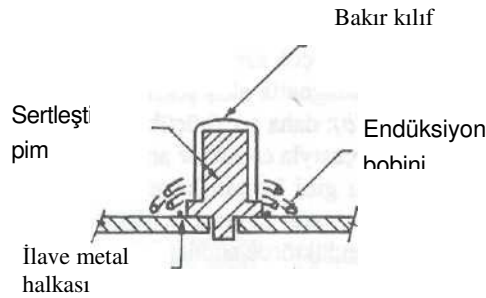
Endüksiyonla meydana gelen magnetik alan ve ısıtma şekil örnekleri şek. 126'da gösterilmiştir. Burada, tek ve çok sargılı bir endüktör için, bunun meydana getirdiği ısıtma biçimi boyunca magnetik akış şekilleri (a)', ısıtma şekli üzerinde endüktör sargı hatvesinin etkisi (b); daha sık (küçük hatveli) sargıların daha derin bir ısı türü hasil etmeleri ve iş parçasıyla endüktör arasındaki hava aralığının etkisi (c); bir kama yuvasında olduğu gibi keskin köşelerin etkisi (d); içten ısıtma amaçlı bir çok sargılı endüktörde sargı çevresi değişmesinden hasil olan ısıtma şekli değişmeleri, tek sargılı bir endüktörde endüktör borusunun dış çevresi ve çok sargılı bir endüktörde bağlantı, bobin çevresi ve hatvesi (e); endüktörün güç girişinin bir miktarını dağıtmak ve böylece de ısıtma derece ve şiddetini dağıtmak için bir dış bakır kılıf kullanılmasının etkisi (f) ve nihayet akış alanlarının gelişmesi ve engellenmesi (bir endüktörün sargıları akımı aynı yönde sevk edecek şekilde yapıldığında bir akış alanı gelişir, akımı karşıt yönlerde taşıyacak gibi yapıldığında da magnetik alan engellenir) görülür.

Bir endüksiyonla sert lehimlemenin başarısı büyük ölçüde endüktörün tasarımına bağlıdır; bu da sert lehimlenecek birleşmenin boyut ve görünümüne, istenilen ısıtma modeli, iş parçasının asgari renk atması ve oksitlenmesini sağlayacak ısıtma süresine bağlıdır. Keza üretim miktarı da endüktör dizaynını etkiler. Ve nihayet parçalar bir konveyör bandı ya da döner

tabla üzerinde taşınırken, takılmadan ısıtma bölgesine girip çıkabilen yassı ya da firkete tipi endüktörlerle sert lehimlenebilirler. Şek.127'de bir büyük silindirin, küçük bölgeler



ŞEK.127.- Bir büyük silindirin küçük bölgeler halinde ısıtılarak endüksiyon sertlehimlenmesi; silindir yavaşça döndürülür ve birleşme adım adım sertlehimlenir.



Şek. 127a.- Bakır koruyucu kılıf, daha önce sertleştirilmiş pimin suyunun kaçmasını önüyor.

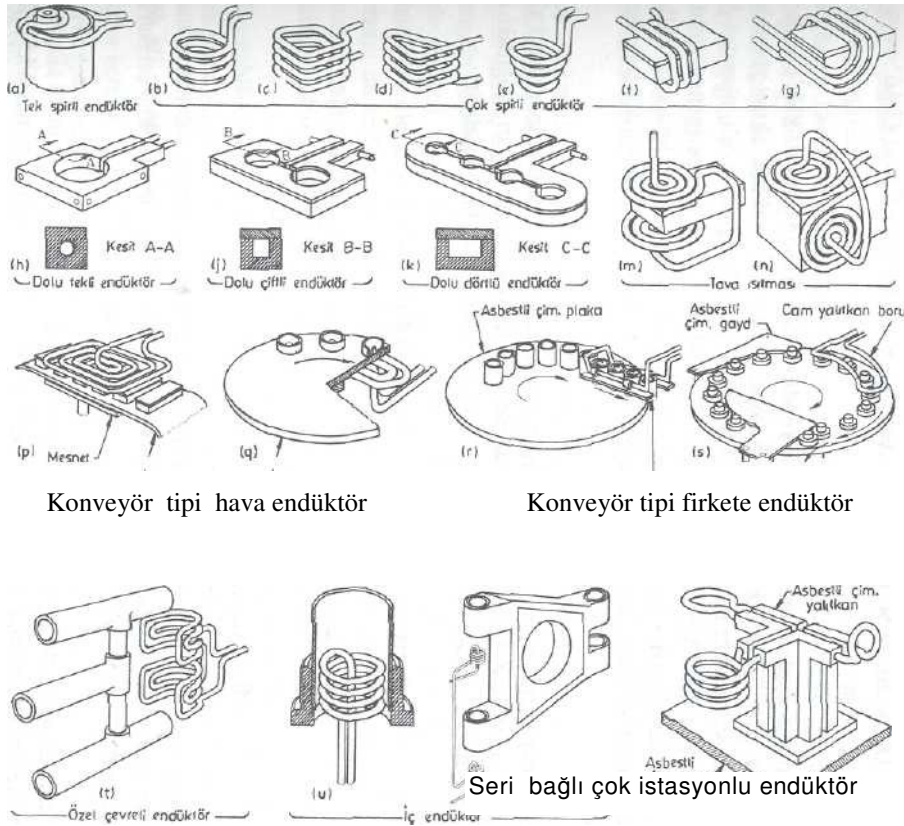
bölgeler halinde ısıtılarak bir yüksek frekans (450kHz) bobiniyle sert lehimlenmesini gösterir. Silindir yavaşça döndürülür ve birleşme adım adım gerçekleşir. Şek.128'de de yüksek frekanslı güç menbaı ile kullanılan temel endüktör tipleri görülür.

Endüksiyon sert lehimleme donanımı üç ana tipe ayrılır: motor-generatör, kıvılcım (ark) aralıklı ve vakum tübü. Sınıflandırma amacıyla motor-generatörler alçak frekanslı (10kHz'e kadar), kıvılcım aralıklılar orta frekanslı (20 ilâ 30 kHz) ve vakum tübü osillatörleri de yüksek frekanslı (200 ilâ 500kHz) olarak adlandırılır.

Bir endüksiyon ısıtma cihazının başlıca parçası endüktör bobini (veya bloğu) olup bunun çoğu basitçe kullanıcı tarafından imal edilebilir. Bobinler, genellikle boru halinde bakırdan, bazen de içinde soğutucu su kanalı açılmış bakır bloğundan yapılır. Bobinin, çalışma sırasında soğutulması esastır.

Bobinle sert lehimlenecek parça arasındaki açıklık miktarı önemlidir şöyle ki birçok durumda bir kesit değişmesi hem ağır, hem de hafif kitleleri birleştirme alanı içine getirebilir. Her iki kesit, buralardaki açıklık miktarları uygun şekilde ayarlanarak uniform olarak ısıtılabilir. Bobinle iş parçası arasındaki açıklık 2 ile 20 mm arasında olur. Daha geniş aralıklarda iş parçasının ısınma derecesi düşer. Buna karşılık dar aralıklarda iş parçası veya ergimiş dekapanla bobin sargılarının teması (kısa devresi) bahis konusu olur. Kısa devreyi önlemek üzere sargılar vernik veya silikata batırılmış asbestle yalıtılır.

Yüksek frekansla endüksiyon sert lehimlenmesi dış kabuk ısıtılması şeklinde olup sert lehimlenecek alana uygun ısı kondüksiyonu için bir aralık bırakılacaktır. Daha alçak frekanslı güç menbaları daha derin ısıtma sağlayıp çoğunlukla kalın kesitlerin sert lehimlenmesinde kullanılır.



**Şek.128.- Başlıca vakum tüpü güç menbaı ile kullanılan temel endüktör tasarımları
Nispeten küçük birleşmeler 10 san. veya daha az sürede sert lehimlenir.**

Endüksiyonla ısıtmada parçaların tespit tertibatının tasarımında çoğunlukla hata yapılmaktadır: bunlar, magnetik olup bir endüksiyon bobini içinde hızla ısındıklarından, çelikten olmayacaklardır. Bunlar için en uygun malzeme seramiklerdir.

Endüktörlerin çoğu ticarî bakır borulardan yapılır. Düşük güçlü tesislerde 3,5 mm (1/8"), 20 ilâ 50 kw'lık tesislerde de 5 veya 6 mm (3/16" veya 1/4") lik boru kullanılır.

Motor-generatör ünitelerinden elde edilen frekanslar (10 kHz'e kadar) için endüktörler genellikle iki esas dizaynda olur: (a) yüksek akım yoğunlukları (generatörün çıkış akımının 20 ilâ 50 katı) için tek sargılı bobin, nispeten dar bir şeride ısı sağlamakta kullanılır; (b) alçak akım yoğunlukları (generatörün çıkışı; akımının 1 ilâ 5 katı) için daha geniş şerit ya da alanın ısıtılmasında kullanılır, Tek sargılı endüktörler ile generatör arasında genellikle bir düşürücü transformatör bulunur.

Motor-generatör birimleriyle kullanılan bakır iletkenin cidar kalınlığı önemlidir. Çok sargılı bobin imalinde bir rehber olmak üzere aşağıdaki asgari cidar kalınlıkları, değişik frekanslarda etkili işlem için, kullanılabilir:

Frekans kHz	Asgari cidar kalınlığı
1	3 mm (0,120 in.)
3	1,8 mm (0,070 in.)
10	1,0 " (0,040 ")

Akım yoğunluğunun çok daha yüksek olduğu tek sargılı bobinlerin imalinde, yukarda gösterilen asgari cidar kalınlıkları, imkân dahilinde üç ile dört kat artırılacaktır.

Endüksiyon sert lehimlemesi geniş ölçüde çelik, bakır, ve nikel alaşımlarının, kendi kendini dekapanlayan gümüş ilâve metallerle, birleştirilmesinde kullanılır, Sıcaklık kontrolü ile yanma tehlikesinin kontrolü güç olduğundan, alüminyum nadiren bu yöntemle sert lehimlenir.

Endüksiyon sert lehimlemesi için ilâve metalde aranan farklı nitelik, dar ergime aralığıdır şöyle ki geniş ergime aralıklı ilâve metaller daha yavaş (lüzucetli) akar ve liquation'a daha eğilimli olurlar. Hızlı akış endüksiyon sert lehimlemesinde, bu süreçte süre sayıklı kısa olduğundan, özellikle aranır.