

IX - SERTLEHİMLEME ŞEKİLLERİ

Sert lehimleme suretiyle imal edilecek bir parça, birleşme oluşmasının koşullarını sağlayacak, kabul edilebilir sınırları aşan şekil ve boyut değişmelerini önleyecek, çevre sıcaklığında veya özel olarak yüksek sıcaklıkta gerekli mekanik mukavemeti verecek, korozyona dayanacak şekilde tasarlanacaktır. Örneğin, bir hazır yapılmış ilâve metalle kapiler sert lehimlemenin özellikleri ele alındığında, birleştirilecek parçalar arasındaki aralık ve bindirme uzunluğu, uygun şekilde seçilecektir.

Aralık miktarı, ana ve ilâve metallerin bileşimi ve oksit filminin yok edilme yöntemi, ısıtma türü vb. tarafından saptanır. "Hava yastığı", yani dış atmosferle sadece sert lehimleme aralığıyla bağlı boşluk, ilâve metalin aralığa akmasını bazen önleyebilir. Isıtma sırasında hava bu boşluğu terk etmeye meyleder ve bu arada ergimiş ilâve metalin aralığa akışını engeller. Böyle durumlarda, birleştirilecek parçalara hava delikleri açılır.

Tatlı köşeli sert lehimlemeler, kaynaklı bağlantılara göre, titreşimlere daha büyük mukavemet arz ederler. Köşelerin şekil ve boyutları, toplam ilâve metal miktarının, aralığın kapiler bölümünü doldurmak için gerekli miktarına oranını ifade eden k katsayısına anlamlı şekilde bağlıdır. Bu k katsayısı arttıkça makaslama mukavemeti de artar, ancak aşın değerlere vardığında köşeler kabalaşır ve ana metalin kimyasal erozyonu şiddetlenir; bunun sonucu olarak da sert lehimlenmiş mamullerin güvenilirliği ve kalitesi zarar görür.

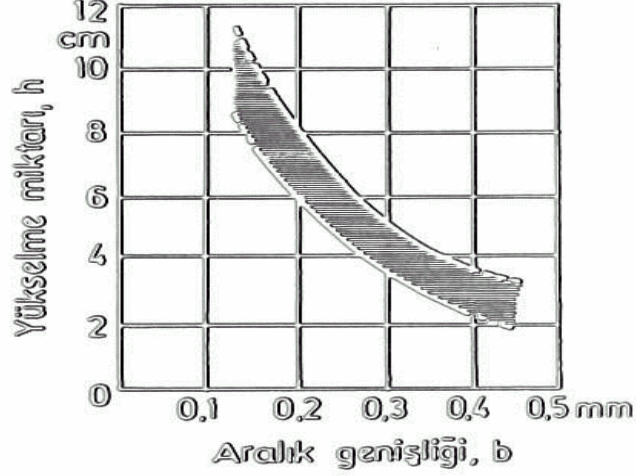
Sert lehimlenmiş ürün tasarımında, belli ana ve ilâve metaller için makaslama mukavemetinin sabit olmayıp büyük ölçüde bindirme uzunluğuna bağlı bulunduğu göz önünde tutulacaktır; her şey aynı kalmak kaydıyla bu mukavemet, bindirme uzunluğu arttıkça, azalır.

KAPİLER BASINÇ

Su ve öbür alçak sıcaklıklarda ergiyen sıvıların kapiler basınçlarını ölçmek için kapiler cam borular kullanılır; bunların içinde vaki ıslatmadan sıvının tırmanma yüksekliği kolaylıkla tayin edilebilir. Ancak bunun lehime uygulanması mümkün değildir şöyle ki gerekli metalik kapiler boruların şeffaf olmamaları nedeniyle tırmanma yüksekliği gözlenemez. Ayrıca lehim yerleri de dairesel kapiler şekil arz etmezler.

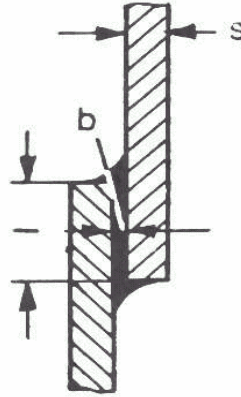
Lehimin kapiler basıncının ölçülmesi için 1 mm kalınlıkta E-Cu, Ms63 (pirinç) ve StVII 23 (çelik) saçtan (L) şeklinde parçalar oluşturulur. Düşey duran levhaya değişik genişliklerde dibe kadar yarıklar açılır, bunların yüzeylerine dekapan sürülür ve yarıkların ayak noktalarına, yani (L)'nin köşesine lehim teli parçaları yerleştirilir ve deney parçası bir ocağa konularak burada, kullanılan lehimin çalışma sıcaklığının biraz üstüne kadar ısıtılır.

Yarık ne kadar dar olursa lehimin yer çekimine karşı daha yükseğe tırmandığı görülür. Çok sayıda deneyden elde edilen nicel değerler, h kapiler tırmanma yüksekliği için şek.78’de görülen sonuçları vermiştir. Ölçülen değerler, taranmış alan içinde kalanlardır.



Şek. 78.- Alçak sıcaklıkta ergiyen sert lehimin b aralık genişliğine göre h kapiler tırmanma yüksekliği. Kullanılan ana malzemeler : Cu, Ms63, StVII23.

Dar aralıklarda (deneyde yarıklarda) – yaklaşık 0,3 mm’ye kadar – h tırmanma yüksekliği, b yarık genişliği ile ters orantılıdır ki bu da Jurin kanununa tamamen uymaktadır. Nitekim dikey aralıklar için



şek.79

$$b = \frac{2.H}{g.l.p}$$

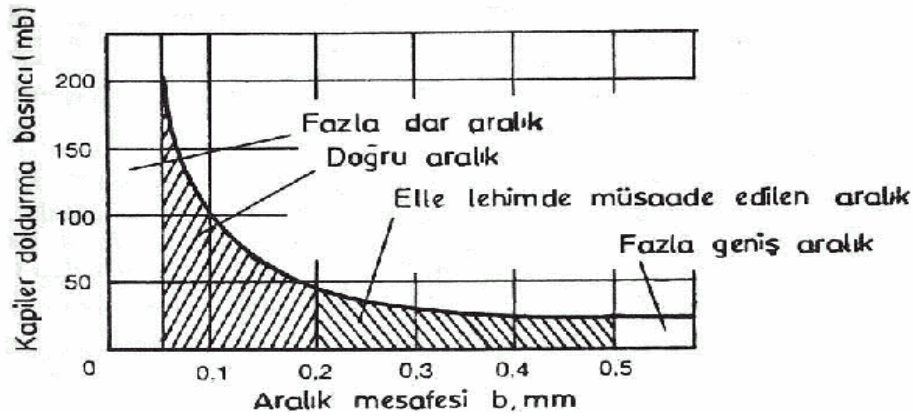
münasebeti geçerlidir.

b = aralık genişliği,
 l = aralık uzunluğu, buna bindirme de denir,
 H = sıvı lehimin yüzey gerilimi (dyn/cm)
 g = yerçekimi ivmesi (cm/sn²)
 ρ = ergimiş lehimin yoğunluğu (gr/cm²)

Buradan, aralığın mümkün olduğu kadar dar tutulmasının gerektiği sonucu çıkmaktadır (ayrıntılar için EK VI'ya bkz.)

Yukarıdaki deney sonuçlarına dönelim. Yaklaşık $b = 0,3$ mm'nin üzerinde, tırmanma yükseklikleri beklenenin altında kalıyor; burada yarık kenar pürüzlülüğünün etkisinin de bulunduğu akılda tutulacaktır.

Pratikte, belli dar lehim aralığı sınırlan içinde h tırmanma yükseklikleri pg kapiler basınca tahvil edilebilir. Buradan da b lehim aralığı (yarık genişliği) na bağlı olarak şek.80'de görülen ilişki elde edilir. p_K burada milibar (mb) olarak ölçülmüştür (yakl. 1000mb = 1 at).



Şek. 80.- b aralığının fonksiyonu olarak p_K kapiler doldurma basıncı

Görüldüğü gibi $b = 0,05$ ilâ $0,2$ mm aralıklarında, bunlar kendiliklerinden lehimle dolabilecek kadar p_K kapiler basınç yüksek olmaktadır. Bu itibarla, aralık içinde (saçlarda preste hazırlanmış) lehim "depo" larına gerek olmadığı gibi bunlar hatta zararlı bile olurlar.

$0,5$ mm den yukarı lehim aralıkları için DİN 8505'e göre artık bir lehim (kaynak) ağzı bahis konusu olur.

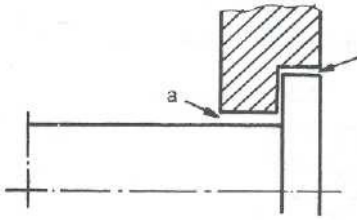
Çoğu kez vaki olduğu gibi ana metalin, lehimden daha yüksek bir mukavemeti haiz olduğu hallerde, aralık daraltılmak suretiyle lehim yeri mukavemeti artırılabilir. Dar

aralıklarda lehimin mekanik zorlanmalar karşısında plastik deformasyona uğraması önlenmiş olur (bunun izahı için daha önce verilmiş, olan teorik bilgiler yeterlidir).

Bununla birlikte lehim aralığının daraltılmasının da alt sınırı vardır. Önce bu konuda, daraltma İşlemi ile ilgili İşleme maliyeti bahis konusudur. Öbür yandan lehimin aralığı doldurması genellikle bir dekapanla birlikte vaki olduğundan, lehimin yüzey geriliminden az bir gerilime sahip dekapan, aralıkta bulunan oksit tabakasını çözmek zorundadır. Bu da, deneysel olarak belirlendiği gibi, iyi bir dekapanda 0,01 mm mertebesinde bir tabakayı gerektirir ki dekapan tabakası olarak bunun iki katını, yani en az 0,02 mm'yi gerektirir.

Oksitleri çözmekle dekapanın kimyasal bileşimi değişir ve akmakta olan lehim tarafından artık eski kolaylığı ile önden sürülmez şöyle ki çok dar lehim aralıklarında, hapis kalan dekapan, lehim kusurlarına yol açar. Lehimin dekapansız olarak koruyucu gaz altında yapılması halinde bu hata menbaı ortadan kalkmış olur. Bu takdirde lehim aralığı, dekapanlı lehimlemedekinden daha dar olabilir.

Çapraşık lehim yerlerinde bütün birleşme boyunca lehim aralığı sabit tutulamaz. Bu nedenle lehimin ilerleme yönünde aralığın daraltılmasına önem verilecektir (şek.81).



Deneyle saptandığına göre bakır malzeme-^b lerde lehim aralığının 0,3 mm'den fazla olmaması gerekir. Bunun alt sınırı pirinç lehiminde 0,07 mm, DİN 8513'e göre, geri kalan lehimlerde 0,05

Şek.81.- Değişik lehim aralıklı birleşme.
Lehim (a)'ya konacak.

LEHİM YERİNİN YÜZEY DURUMU

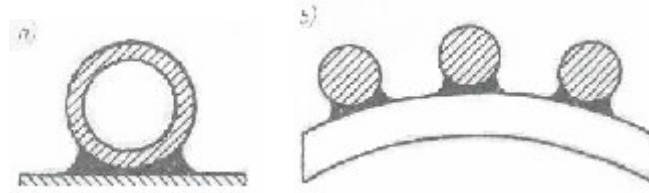
DİN 8505'e göre lehim yeri, iki ya da daha fazla iş parçası arasında lehimle doldurulacak hacimdir. Bu hacim, büyük bölümüyle, iş parçalarının yüzeyleriyle sınırlandırılmıştır; bu itibarla parçaların durumu, lehim tekniği açısından büyük önemi haizdir. Burada iki hâl ayırt edilebilir:

- 1.Parçalar birbirlerine erkek-dişi geçme olup lehim aralığı sabit ve genellikle dardır.
- 2.Parçalar birbirlerine geçme değildir ve her iki yüzeyin birbirlerine tekabül eden noktalan arasındaki uzaklıklar sabit değildir.

1. halde b aralığının 0,5 mm'den büyük olmaması halinde DİN 8505'c göre aralık lehim söz konusu olur; 2. halde (ve aynı zamanda 1. halde aralığın 0,5 mm'den büyük olması durumunda) iş parçaları arasındaki boşluk lehim ağzı, ve bununla ilgili çalışma yöntemi de ağız lehimlemesi (ya da lehim kaynağı) adını alır. Bu ikinci hal sert lehimlemede daha az anlamlıdır; bu nedenle bunu önce ele alıyoruz.

Ağız lehimlemesi (lehim kaynağı)

Lehimlenecek yerde birbirlerine geçme olmayan parçalar nadir değildir. Örneğin soğutma tesisleri yapımında soğutucu boruların evaporatörlerin cidarlarına lehimlenmeleri gerekir; aynı şekilde elektrik motoru imalatında kafes endüktörlerin yuvarlak çubukları kollektör halkasına lehimlenecektir. Bunların her ikisi de şek.82'de gösterilmiştir.



Şek.82.- İyice farklı kıvrımda iş parçalarının lehim kaynağı
a) Düz sac ($R = \infty$) ile dış yarıçapı r olan boru,
b) r yarıçaplı yuvarlak çubukla R yarıçaplı kollektör halkası ($R > r$).

Burada parçaların kıvrım yarıçapları lehim yerinde çok farklıdır. Lehim ağzı, boru ve çubuk eksenine dikey yönde genişlemektedir. Parçaların uniform olarak ısıtılmaları halinde lehim her iki ağız yarısına simetrik olarak dağılır. Lehim ağzının sıvı lehim tutma kabiliyeti iki noktadan etkilenir:

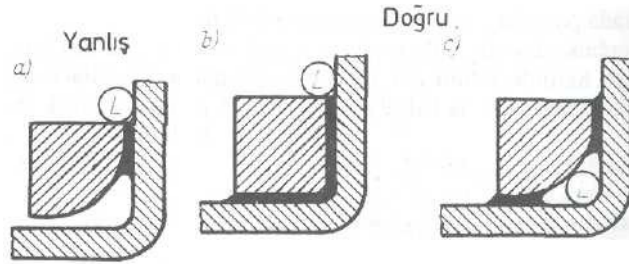
1. En dar b ağız genişliği (aralığı),
2. Ağızın yerçekimine göre konumu.

Genelde b küçük tutulmaya çalışılır, $b < 0,2$ mm olduğu zaman, ağzın mukavemeti için gerekli en az lehim miktarı p_K kapiler basınçla her noktada tutulacaktır; lehim, yerçekimine uyarak akıp gidemez. Lehim fazlası dıştan görünen oyuk köşeyi daha genişletir, ancak lehim yerinin mukavemeti üzerine ve öbür, durumdan duruma önem kazanan özelliklere, belki ısı geçirgenliği veya elektrik iletkenliğine, önemli bir etki yapmaz. Eğik duran veya düşey lehim

ağızlarında lehim fazlası yerçekimi kuvveti yönünde akar ve giderilmesi pahalı olan yapışma yolları meydana getirir. Bu bakımdan lehim fazlası mümkün olduğunca önlenecektir.

Birçok iş parçasında b lehim aralığını 0,2 mm'nin altında tutmak mümkün olmaz. 0,5 mm veya daha büyük değerlere izin vermek gerekir. Bu durumlarda kapiler basınç küçük olur. Böyle iş parçaları mümkün olduğu kadar yatay duran ağızlarla lehimlenir. Ağızın en dar yeri genişledikçe, sonucun başarılı olması için lehimcinin ısı verme ve lehim yerleştirmedeki beceri ve deneyiminin önemi artar. Gümüşsüz, yüksek ergime noktalı pirinç sert lehimi, lehim kaynağında çok kullanılır. Bu sonucundan, DİN 8505' e göre, gaz kaynağına benzer çalışma yöntemlerinden biriyle ağız lehimlemesinin yapılması anlaşılır. Ağızlar ince levhalarda (örneğin 2 mm kalınlıkta) 1 ilâ 3 mm aralıklı paralel kenarlı olur, kalın levhalarda V ya da X şeklinde olur. Ağız lehim damlalarıyla adım adım doldurulur. Bu çalışma yönteminde lehim sarfiyatı doğal olarak yüksektir.

Aralık (kapiler) lehimlemesi



Şek. 83.- Lehimin akış yönünde ağız kesitleri;
a) ağız kenarları uzaklaşıyor; uygun değil,
b) eşit genişlikte (alıştırılmış); uygun,
c) daralıyor; çok uygun.

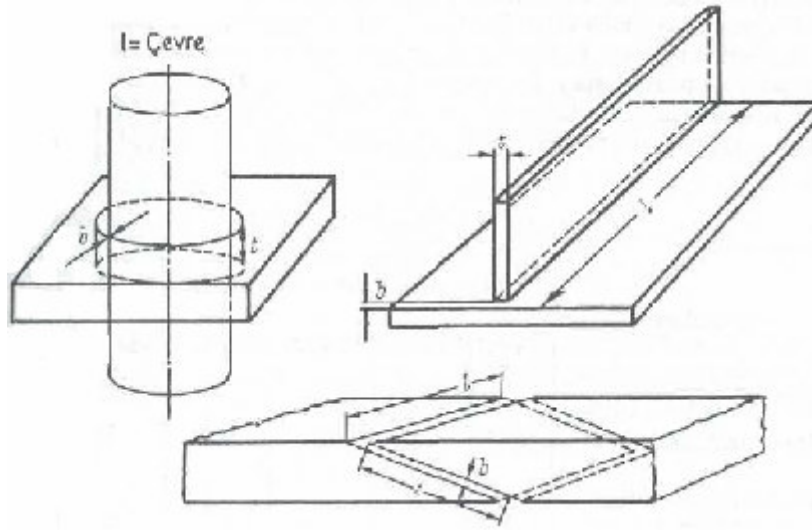
(L = şekillendirilmiş lehim parçası)

İki iş parçasının lehim aralığını sınırlayan yüzeylerin birbirlerine (erkek-dişi) geçme olarak alıştırılmış oldukları durumlar çoktur. Lehimleme ile birleştirilecek iş parçalarının yüzeylerinin yer yer uymaması halinde işlem güçleşir. O zaman lehimin akış (emiliş) yönünü hesaba katmakta yarar vardır. Aralık lehimin akış yönünde daralırsa, lehim ilerledikçe p_K kapiler basınç artar, lehim aralığın içine emilir (şek.81'e bkz.). Buna karşılık aralık, ağız haline genişlerse (şek.83a), p_K küçülür, lehimin akışı durur.

Şek.83c'deki durum, bir aralık lehimlemesiyle ağız lehimlemesinin bir karışımı olmaktadır. Lehim katılaştığında, ilk konduğu yer (lehim "depo"su) boş kalır.

LEHİM ARALIKLARININ BOYUTLARI

Mekândaki her cisim gibi lehim aralığı üç ölçü ile belirlenir. Bunlardan en önemlisi b aralık genişliğidir. DİN 8505'e göre b , ancak istisnaî olarak 0,5 mm'den fazla olur ve bildiğimiz gibi, p_K kapiler basınçla ters orantılıdır. Çoğu durumda, iş parçasının dıştan görülebilen en büyük / aralık boyutunu aralık uzunluğu olarak adlandırmak bir anlam taşır. Üçüncü boyut olan (aralık derinliği, aralığın dıştan doldurulması halinde, çoğu kez lehimin akış yolu ile aynı olur. Şek.84, üç tipik örnekte b , l ve t 'yi gösterir.



Şek.84.- Aralığın Ölçüleri ve bunların adlandırılması; b = aralık genişliği / = aralık uzunluğu t = aralık derinliği

Tasarımcı tarafından saptanmış / aralık uzunluğu, genelde imalâtçıya veri olarak gelir, imalâtçı bunu değiştiremez, t aralık derinliği bazı durumlarda değiştirilebilir. Bu sorun çoğu kez aralık tipi sorunu ile birlikte ele alınır, b aralık genişliği optimal olacak şekilde ayarlanmalıdır; bu boyut lehime uygun konstrüksiyonun en önemli ölçüsü olup bu nedenle etraflıca tartışılmalıdır. Bildiğimiz gibi lehimleme sırasında iş parçasının ısıtılmasıyla b değişecektir. Doğal olarak onunla birlikte p_K da değişecektir. Bütün bunlar dikkate alındığında Çok önemli bir gerçek ortaya çıkar: *Kaynaklı (sert lehimli) bir konstrüksiyonun tasarımında kaynak uzmanı ile işbirliğinin zorunluğu.*

İŞ PARÇALARININ SICAKTA KİTLE VE ŞEKİL DEĞİŞTİRMELERİ

Ana metalların ısı genleşmeleri

Metalik malzemelerin genleşme katsayılarının öncelikle kimyasal bileşimlerine ve daha dar kapsamda da sıcaklığa bağlı olduğu bilinir. Genel olarak, yükselen sıcaklıkla bunlar artar. Bu itibarla lehimleme tekniği açısından genleşme katsayısı yerine belli sıcaklıklarda ısı genleşme miktarını dikkate almak elverişli olmaktadır. Bu miktarlarla iş parçasının oda sıcaklığından bahis konusu sıcaklığa ısıtılması sırasında vaki olan uzunluk artış yüzdesi anlaşılır. Aşağıdaki tabloda, çok kullanılan bazı ana malzemelerin ısı uzama miktarları verilmiştir.

Ana malzeme	Oda sıcaklığından aşağıdaki sıcaklıklara ısıtma ile hasıl olan yaklaşık uzama artışı (%)					
	200°C	400°C	500°C	650°C	800°C	1000°C
Alaşımsız çelikler, nikel	0,28	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6
Paslanmaz austenitik Cr-Ni çelikleri, Cu, SnBz	0,35	0,7	0,9	1,2	1,6	2,0
Pirinç alaşımları, SnBz	0,37	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0
Sert metaller	--	--	--	0,3-0,4	0,4-0,5	--

Lehimlemede iş parçasının sıcaklığı çoğu kez ancak yaklaşık olarak bilindiğinden ısı uzamalarının tam doğrulukla verilmesine gerek yoktur. Bu nedenle yukarıdaki tablonun sayısal değerleri yuvarlatılmış ve benzer ısı uzamalı malzemeler gruplar halinde toplanmıştır. Uygulama için tablo değerlerinin sıhhati yeterlidir.

Küçük iş parçaları ile büyük iş parçalarında dar lehimleme yerleri

Yukarıdaki tablodan görüldüğü gibi, ısı uzamaları iş parçalarının boyutları oranında önemli olurlar. Bu nedenle, küçük iş parçalarında veya büyük iş parçalarının küçük lehimleme yerlerinde sadece çok küçük uzamalar ortaya çıkabilir. Lehimleme aralığı değişimleri, bu nedenle, küçük olur.

Yukarıdaki tablodan görüldüğü gibi, ısı uzamaları iş parçalarının boyutları oranında önemli olurlar. Bu nedenle, küçük iş parçalarında veya büyük iş parçalarının küçük lehimleme

yerlerinde sadece çok küçük uzamalar ortaya çıkabilir. Lehimleme aralığı değişimleri, bu nedenle, küçük olur.

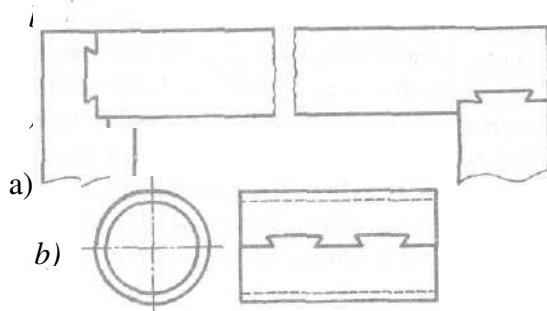
Genel olarak denebilir ki:

Ufak parçaların büyük çoğunluğu için oda sıcaklığındaki aralık genişliği, lehimleme sıcaklığındakinin az çok aynıdır. Tasarımlarda aralık genişliğinin lehimleme ısısı ile değişmesi dikkate alınmaz.

Bu kaideyi ancak seyrek olarak ortaya çıkan özel durumlar bozar. Mamafih bu durumlardan her biri teknik açıdan önemli olabilir.

Aynı malzemedan yapılmış ve uniform olarak ısıtılmış büyük iş parçaları

Büyük veya karmaşık şekilli orta büyüklükte iş parçalarında gelişigüzel ısı dağılımından ortaya çıkabilecek istenmeyen şekil değişmelerinden kaçınmak için kırlangıç kuyruğu geçmeli lehim aralıkları kullanmak (şek.85) bazen yararlı olur.



Şek.85.- Kırlangıç kuyruğu geçmeli
konstrüksiyon;

Şekilde (a), bir elektrik motorunun E-Cu'dan yapılmış bir büyük düz çerçevesi ile (b), bir saç silindir görülür. Bunlar lehimlemeyle birleştirilmiş olup kıvrık levha kısmının kontrol edilemeyen şekil değişimleri, kırlangıç kuyruğu geçmeleriyle önlenmiş olmaktadır.

Değişik malzemedan yapılmış ve uniform olarak ısıtılmış büyük iş parçaları

Bu konuya daha önce değinmiştik. Bu kez buna iki somut örnek verip sorunun hesap yoluyla çözümünü göstereceğiz.

1.Örnek:

Ms 63'ten yapılmış, 100 mm dış çaplı bir boruya, iç çapı 100,3 mm olan bir çelik halka geçirilecek ve L-Ag 40 Cd ile sert lehimlenicektir. Oda sıcaklığında lehimleme aralığı, bu

verilere göre $b = 111 (100,3-100,0) = 0,15$ mm olmaktadır ki yerleştirilmiş ilave metal ve seri halde sert lehimlemeye uygundur. Ancak 650°C civarında birleştirme sıcaklığında pirinç boru (yukardaki tablodan) %1,3 kadar uzayarak 101,3 mm dış çapa gelir. Buna karşılık çelik halka sadece % 1,0 kadar genişler ve o da 101,3 mm iç çapına gelir. Yani lehimleme sıcaklığında parçalar sıkı, pres alışması durumuna gelirler ve dekapan için hiçbir aralık kalmaz. O halde çelik halkanın oda sıcaklığında iç çapının 100,5 mm'ye çıkarılması gerekir. O zaman bu iç çap, sert lehimleme sıcaklığında 101,5 mm olur ki böylece optimal $b=\sqrt{l} (101,5-101,3) = 0,1$ mm aralık elde edilmiş olur.

2.Örnek:

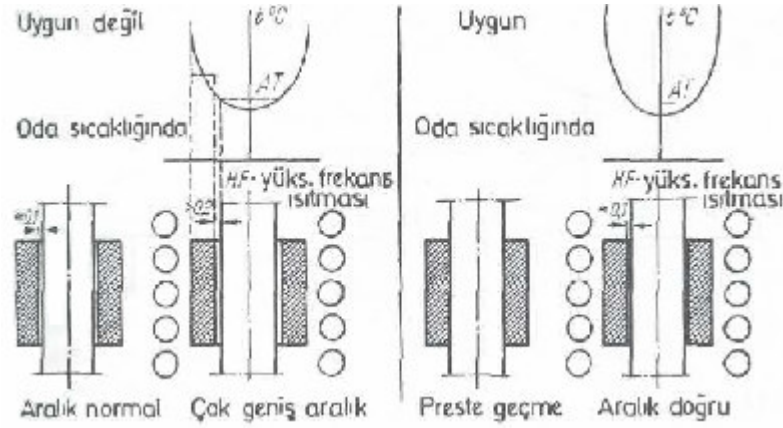
Daha büyük ısıl genleşme katsayılı malzemenin dışta bulunması halinde, aralığın bu kez de düzeltilmesi gerekir. Yine yukarıdaki gibi bir boru-halka ikilisini ele alalım. Boru St 37'den, dış çapı 120 mm olsun. Halka da E-Cu'dan ve iç çapı 120,4mm; sert lehimleme de 700°C'ta L-Ag 30 Cd ile yapılacak olsun. St 37'nin ısıl uzaması, yukarıdaki tablonun 4. ve 5. siitunlarından 700°C için ekstrapole edilerek bulunabilir: %1,1 civarında. çelik borunun dış çapı 700°C'ta 121,3 mm olur. Aynı sıcaklıkta bakırın uzaması %1,3 tür. Buna göre bakır halkanın iç çapı 122 mm'ye buyur ki bu taktirde aralık $b = 1/2 (122,0-121,3) = 0,35$ mm olur. Bu ise sert lehimleme sıcaklığında fazla büyüktür.

Buna karşılık bakır halka oda sıcaklığında çelik boruya sıkıca geçecek (pres geçmesi) gibi torna edilirse (aralık-sıfır), 700°C'da $b = 112 (121,6-121,3) = 0,15$ mm olur ki çok uygun düşer.

Böyle bir hesaplamının sadece büyük iş parçaları için söz konusu olduğunu hatırlatalım.

Değişik yükseklik ve lehim yeri boyunca sabit sıcaklığı bireysel parçalar

Endüksiyonla lehimlemede, birbiriyle lehimlenecek iki bireysel parça arasında 100°C gibi yüksek bir sıcaklık farkının bulunduğu durumlar ortaya çıkabilir. Bu, şek.86'da görüldüğü gibi, endüksiyon bobinine verilen iş parçalarının endükte edilen akımla dış tabakalarının iç bölgelerde olduğundan Önemli ölçüde fazla ısınmasından ileri gelir. Endüktif ısıtmada meydana gelen bu olaya, bilindiği gibi, "kabuk etkisi-skin effect" adı verilir. Bu itibarla, bir halka ya da bir boruyu endüksiyon sert lehimlemesiyle bir iç çekirdekle birleştirmek söz konusu olduğunda (şek.86) dış halkanın ortalama sıcaklığının çekirdek kısmının üst yüzey sıcaklığından



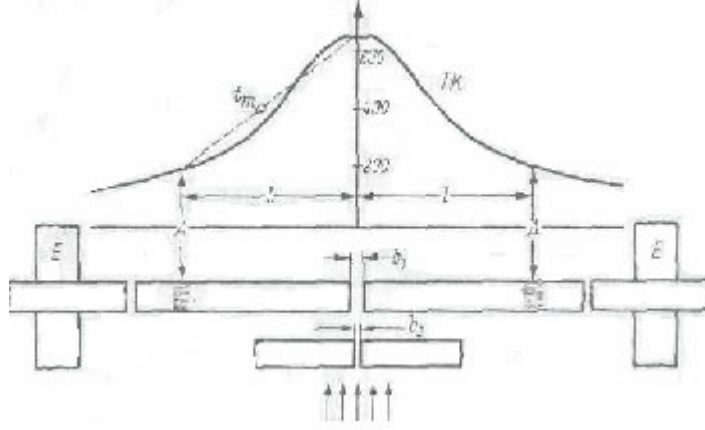
Şek.86.- Yüksek frekansla ısıtmada lehim aralığı genişliğinin değişmesi.

100°C'tan fazla sapabileceğini hesaba katmak gerekir. Örneğin, L-Ag 40 Cd İle sert lehimleme yapılacaksa, dış halka için yukarıdaki tablonun 5. sütunundaki ısı uzamaları (800°C) esas alınacak, çekirdek için ise sadece 500°C'lik bir ortalama sıcaklık (sütun 3) hesaba katılacaktır. Bu durumda dıştaki halkanın ısıl uzaması, malzemesine göre, çekirdeğinkinden %0,5 ilâ 0,7 kadar daha büyük olur. Bu bakımdan şek.86'da görüldüğü gibi, dışa sert lehimlenecek halkayı oda sıcaklığında sıkı sıkıya veya hiç değilse çok dar bir aralıkla alıştırmak çoğu kez yararlı olur.

Öbür ısıtma şekilleriyle sert lehimlenecek iki iş parçası arasındaki sıcaklık bu kadar büyük fark arz etmez veya uygun üfleç ve şair ısı kaynağı seçimiyle bu fark önlenir.

Lehimleme aralığına ters yönlü ve bu aralığın yeterli sabitlikte uzamaya sahip olduğu iş parçaları

Çoğu küçük parçalar lehimlenmeden önce iç içe geçirilerek ya da basit yardımcı çarelerle geçici olarak tespit edilebilirken büyük ve havaleli iş parçalarının gerilmesi gerekir. Gerilme ile zorunlu olarak bir karşıt yönlü ısı uzaması hasıl olur (Şek.87).



Şek.87.- Gerilmiş iş parçalarında lehimlemede aralık genişliği değişmesi;

E : Germe (tespit)

b₁ • oda sıcaklığında aralık genişliği

b₂-. lehimleme sıcaklığında aralık genişliği ($b_2 < b_1$)

A : yaklaşık 200°C'a tekabül eden meneviş renginin sınır alanı

l : *A* 'nın ortadan uzaklığı

TK : ısı dağılım eğrisi

t_m : *A* ile lehimleme yeri arasında sıcaklığın lineer ortalama değeri

Bu şematik şekilde E, lehimleme yerinin oldukça uzağındaki germeyi (tespiti) temsil ediyor. Oda sıcaklığında *b₁*, aralık genişliğini haiz olan sert lehimleme yeri alttan uniform şekilde ısıtıyor. Sert lehimleme sıcaklığı ilave metale göre 650 ile 800°C arasında bulunacaktır. Karşıt yönlü ısı uzaması nedeniyle aralık, sert lehimleme sıcaklığında daralarak daha küçük *b₂* değerini alacaktır. Bu değer için uygun aralık genişlikleri içinde bulunması için *b₁*'in büyütülmesi gerekir.

b₁ için gerekli genişlik aşağıdaki şekilde tahmini bir hesapla bulunabilir; Şek.87'de iş parçasının üzerine 650°C'lik bir sertlehim sıcaklığı için sıcaklık dağılım eğrisi çizilmiştir. Birleştirme yerinden *l* uzaklıkta parlak, değişmemiş ana malzemeye geçişte meneviş, rengi görülür. Bu noktada sıcaklığın 200°C civarında olduğu tahmin edilebilir. Yukarıdaki ısı uzaması tablosunun 1. ve 2. sütunlarının karşılaştırılmasından görüleceği gibi, gerilmiş (tespit edilmiş) her iki kısımdaki ısı uzamasının en büyük payı 200 ile 650°C arasında bulunur. *l* uzaklığı içindeki ortalama sıcaklık 400°C civarındadır. Tekabül eden ısı uzamaları adı geçen tablonun 2. sütunundan çıkarılacaktır. Deneylere göre sıcaklık dağılım eğrisinin Şek. 87'de gösterildiği gibi, çan şeklinde bir akışı olduğundan 400°C'lik sıcaklık biraz yüksek alınmış olmaktadır. Ancak, bunda dikkate alınmamış olan, oda sıcaklığından 200°C'a kadarki ısı uzamaları payı da buna dahil edilince, ısı uzamaları çok yakın doğrulukla tahmin edilmiş demektir.

Isı uzamasının tahmin edilişi aşağıdaki örnekte açıklanmıştır:

St 37 çeliğinden 8 mm yükseklik ve 30 mm genişlikte iki çubuk sert lehimlenmek üzere şek.87'deki gibi iki germe (tespit) tertibatını haiz bir aparat içine yerleştirilmiştir. Lehim (ilave metal) olarak 650°C civarında sert lehimleme sıcaklığını haiz olan L-Ag40 Cd kullanılmaktadır. Birleştirme yeri bir 50k alevli üfleçle alttan ısıtılmaktadır; buradan lehimleme sıcaklığına üst tarafta 40 saniye sonra erişilir. Bu zamanda sert lehimleme yerinden 30'ar mm'lik bir / uzaklığında her iki çeliğin parlak üst taraflarında ilk meneviş rengi (sari) belirir. St 37'nin ısı uzaması 400°C'lik ortalama sıcaklıkta, siitun 2'ye göre %0,6 dir. Bunun sonucu olarak aralık yönünde çubukların uzunluk artışı sağdan ve soldan birlikte yaklaşık 0,35 mm'yi bulur. Sert lehimleme sıcaklığında 0,1-0,2 mm'lik bir aralığı emniyetle elde edebilmek için b_1 'in 0,5 mm'ye ayarlanması gerekir.

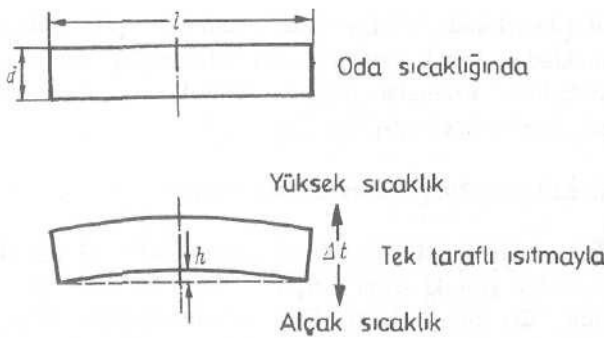
Çubuklar bu kez, 800°C sert lehimleme sıcaklığında L-Ag 20 Cd ilave metaliyle birleştirilecek olurlarsa ortalama sıcaklık 500°C olur ve / de yaklaşık 35 mm'yi bulur. Aralık daralması yakl. 0,55 mm olur ki bu kez b_1 'in 0,7 mm civarına ayarlanması gerekir.

Her iki durumda b_1 için yapılan ön tahminler deneyle doğrulanmıştır.

Karşıt yönlü ısı uzamada aralık daralması düz alın aralıklarında özellikle önemlidir. Buna karşılık aralıklar, tespit edilmiş, kısımların uzama yönlerine eğik durumda iseler uygun aralık genişliği çoğu kez özel önleme gerek kalmaksızın sert lehimleme sıcaklığında da korunur.

Testere ile kesilmiş, veya (özellikle kaba) eğelenmiş, aralık yüzelerindeki pürüzler az çok doğru bir aralık açıklığını sağlarlar.

Karşıt yönlü ve uniform olmayan uzamaları olan iş parçaları için özellikle etkileyici bir örneği büyük boyutlu kalın plakaların büyük yüzeyli levhalara lehimlenmesi oluşturur. Şek.88'in üst kısmında alt yüzü bir levhaya sert lehimlenecek olan kalın bir plakanın kesiti görülür. Aralığın ısınması için gerekli ısı ancak plaka yoluyla aralığa ulaştırılabilir. Bunu yaparken de üst yüzey, aralığa dönük alt yüzeyden fazla ısınacaktır (ancak bakır gibi çok iyi ısı iletkenlerde alt ve



Şek.88.- Bir taraftan ısıtma ile kalın plakanın eğimlenmesi

üst yüzeyler arasında büyük sıcaklık farkı görülmez). Dolayısıyla üst yüzey daha fazla genişleyecek ve şekilde görüldüğü gibi plaka h kadar bel verecektir. Bunu önlemek için plakaya konstruksiyon sırasında h kadar bir ön sehim verilir ya da sert lehimleme sırasında, ilave metal sıvılaştır sıvılaşmaz plaka basınçla yassıdır.

Büyük uzunlukta paralel ağız kenarlı levhaların bir uçtan sert lehimlenmeye bağlanması halinde gerek ısı dağılımı, gerekse bunun

sonucu olarak levhalarda görülen şekil değiştirmelerini bundan önce irdelemiş olduğumuzdan bunları tekrarlamayacağız.

Bkz. Burhan Oguz. - Atk Kaynagi, OERLİKON yay., 1st. 1986, s. 249 ve dev.

SERT LEHİMLEME ARALIK GENİşLİĞİNİ ETKİLEYEN FAKTORLER

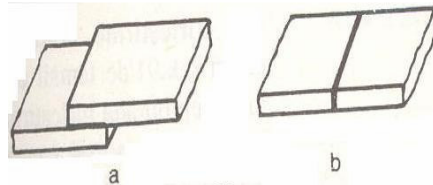
BİRLEŞTİRME TİPLERİ

Birçok faktör kullanılacak birleştirme tipinin seçiminde etkili olur: kullanılacak sert lehimleme süreci, sert lehimlemeden önceki imalat teknikleri, sert lehimlenecek parça sayısı, ilave metali tatbik yöntemi ve birleştirmeden beklenen nihai hizmet türü.

İlave metalin birim mukavemeti bazen ana metalinkinden yüksek olabilir. Ama genel olarak ilave metalin mukavemetinin daha aşağı olduğu kabul edilir. Birleştirme mukavemeti, aralık açıklığı, ilave metal-ana metal etkileşim derecesi (difüzyon ve erime) ve sert lehimleme yerinde kusurlara göre değişecektir.

Kapiler sert lehimlemede esas itibariyle iki birleştirme tipi vardır: bindirme ve küt alın birleştirmesi (şek.89).

Bindirme birleştirmesinde, birleşmenin en zayıf parç,a kadar 'kuvvetli olmasını sağlamak üzere bindirme alan değiştirilabilir;



bu sağlamlık böylece, alçak mukavemetli ilave metal kullanılarak ya da birleşmede küçük kusurların bulunması halinde bile sağlanır. *Parçalardan en incisinin kalınlığının en az ÜÇ katı kadar bir bindirme, maksimum birleştirme etkinliği hasıl eder.*

Küt alın birleştirmelerine, bindirmenin meydana getirdiği kalınlık fazlasının sakınca arz etmesi halinde başvurulur. İyi uygulanmış, bir küt alın sert lehimlemesi, kopmanın ana metalde, birleşme yerinin uzağında olmasını sağlayacak kadar kuvvetli olabilir.

T ve köşe birleştirmeleri de küt alın birleştirmesi olarak telakki edilir. Küt

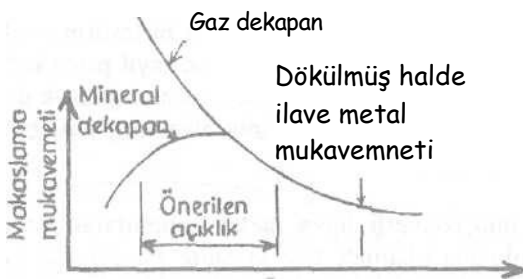


Şek. 90 alın birleştirmesinin bir varyantı meyilli ek yeridir (Şek.90). Böylece kalınlık artırılmadan kesit alanı artırılmış olur. Ancak *birleşme çekme yüklemesi eksenine dikey olmadığından, yük*

çekme kabiliyeti, küt alın çekme birleştirmesine değil, bindirme makaslama birleştirmesine göre olur. Yüzde çekme artışı yüzde makaslama değerine göre mukavemet hesabı, sert lehimlenmiş birleştirmelere uygulanamaz.

BİRLEŞTİRME ARALIĞI YA DA "ALİŞTİRMA"

Bundan önce de kısaca değinildiği gibi birleştirme aralığının genellikle bir sert lehimlenmiş birleştirmenin mekanik performansı üzerinde başat etkisi vardır. Bu keyfiyet, statik, yorulma, darbe vb. dahil bütün yüklemeler için geçerlidir. Birleştirme (sert lehimleme) aralığının, mekanik performans üzerinde birkaç etkisi vardır: (1) ana metalin daha yüksek mukavemeti tarafından ilâve metalin plastik akışına tamamen mekanik engel arzemesi, (2) cüruf sıkışması olanağı, (3) boşlukların oluşması olanağı ve (4) ilâve metal dağılımı açısından birleştirme kalınlığı ile kapiler kuvvet arasındaki ilişki.



Şek.91.

Birleştirme aralığının etkisi Şek.91'de temsil edilmiş olup burada birleştirmenin makaslama mukavemeti, değişik aralıklara göre ifade edilmiştir. Aşağıdaki tablo da, azamî mukavemete göre sert lehimlenmiş birleşmeler tasarlandığında, rehber olabilir'.

*Sert lehimlenmiş birleştirmelerin mukavemetinin değerlendirilmesi için AWS C3.2 standart yöntem EK V'de verilmiştir.

Sert lehimleme sıcaklığında önerilen birleşme aralıkları

İlâve metal AWS Sınıflandır		aralık (mm)
BAISi	0,05 - 0,2	6 mm'clen az bindirme uzunluğu için
BCuP	0,2 - 0,25 0,03 - 0,13	6 mm'den fazla bindirme uzunluğu için dekapansız veya dekapanh (mineral
BAG grubu	0,05 - 0,13	dekapanlı (mineral dekapanh)
	0,00 - 0,05'	atmosferli (gaz dekapanh)
BAu grubu	0,05 - 0,13	dekapanh (mineral dekapanh)
	0,00 - 0,05*	atmosferli (gaz dekapanh)
BCu grubu	0,00 - 0,05*	atmosferli (gaz dekapanh)
BCuZn	0,05 - 0,13	dekapanh (mineral dekapanh)
BMg	0,10 - 0,25	dekapanh (mineral dekapanh)
BNi grubu	0,05 - 0,13 0,00 - 0,05	genel uygulamalar (dekapanh/atmosfer) serbest akan tipler, atmosfer
	,	sertlehimlemesi

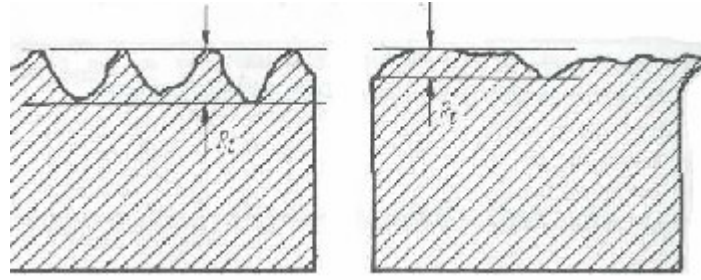
" Azamî mukavemet için 0,001 mm/mm çap önerilir. İlâve metalin önceden aralığa yerleştirildiği hallerde yukardaki tabloda gösterilen aralıklar uygun olmaz.

ARALIK AÇIKLIĞI ÜZERİNE YÜZEY DURUMUNUN ETKİSİ

Genellikle ilâve metal, kapiler etkiyle birleşme yerine yürür. Bu itibarla ana metalin yüzey tesviyesinin çok pürüzsüz (cilâlı) olması halinde, ilâve metal bütün birleşme yerine kendini yayamayabilir. Bundan hasıl olan boşluklar, birleşmenin mukavemetine zarar verecektir, ilâve metalin birleşme alanının tümüne uygun şekilde akabilmesini, özellikle aralık sıfır ya da sıkı geçme durumunda ise, sağlamak üzere birleşme yüzeylerinin, tercihen ana metala uygun bir temiz metalik tane ile pürüzlendirilmeleri gerekir. Burada, sert lehimlenecek yüzeylere metalik olmayan (seramikler, metalik olmayan püskürtme malzemeleri...) malzemelerin bulaşmamasına özen gösterilecektir. Buna karşılık fazla pürüzlü yüzeyler de birleşme yerinin mukavemetini azaltırlar şöyle ki sadece uçlar sert lehimlenir ya da ortalama aralık çok geniş olur. Genellikle 0,7-2,0X RMS'lik bir pürüzlülük uygun olmakla birlikte bu değerler bütün ilâve metaller için optimum olmayıp belli bir sert lehimleme için deneye başvurulmalıdır. Önemi itibariyle konuyu derinleştireceğiz.

Teknik çizimlerde cisimler geometrik olarak ideal şekilleriyle gösterilirler. Bir iş parçasında herhangi bir imal yöntemiyle elde edilmiş "l.üstyüzey", aletin kesiş tarzına göre ideal şeklinden az çok sapar. Çoğu kez teknik çizimlerde bu sapma derecesini, yüzey kalitesini, özel işaretleriyle belirtmek gerekir ki bu da DİN 140 ("Oberflâchen" Blatt 1-7) da gösterilmiştir. Bunun dışında yüzeyler hakkında hüküm verme, adlandırma ve pürüz ölçümleri ve

değerlendirilmeleri için geçerli kavram ve ölçüler Normblättern DIN 4760 "Begriffe für die Gestalt von Oberflächen", DIN 4761 "Begriffe, Benennung und Kuzzeichen für den Oberflächencharakter" ve DIN 4762 "Erfassung der Gestaltabweichungen 2. bis 5. Ordnung der Oberflächen anhand von Oberflächenschnitt" Blatt 1 bis 3'te toplanmıştır. Üst yüzeylerin idealden sapmaları çeşitli sıralamalara bölünmüştür: 1. sıralama "Şekil-form sapmaları" ve 2. sıralama "Dalgalılık (Welligkeit)", lehim tekniği açısından genelde Önemli sayılmazlar. Buna karşılık 3. sıralamadaki "Kalem izleri" ve 4. sıralamadaki "Oluk, tufal, sivrilik" gibi sapmalar aralık içinde ıslatmayı belli koşullar altında etkileyebilirler. Bu hususta en önemli ölçü yukarıda sözünü ettiğimiz R , pürüz derinliğidir (şek.92).



Tornalama, frezeleme, delmede Kesmede(Kesme yönü -->)

Şek.92.- Teknik üstyüzeylerde R_T pürüz derinliği

Çeşitli imal yöntemlerine göre hasıl olan R , ler tablolar halinde verilmiştir*. Seri imalâtta sert lehimleme için uygun aralık açıklığı 50 ile 200u arasında bulunduğundan 25 ile 100/i arasındaki R , değerleri aralık genişliğine göre ihmal edilmemelidir. Bunların zararlı etkileri

Bu hususla bkz. N. Perthen. - Prüfen und Messen der Oberflächengestalt. Cari Hanser Verlag, München 1949. Ayrıca Benennung der Fertigungsverfahren nach "Ausschuss Feinbearbeitung der VDI-Fachgruppe Betriebstechnik (ADB)", Werkstatttechnik und Maschinenbau 47 (1957), s.570-76. Keza K.F. Zimmermann. - Hartlöten, Regeln für Konstruktion und Fertigung DVS Verkg. Düsseldorf 1968, s. 20.

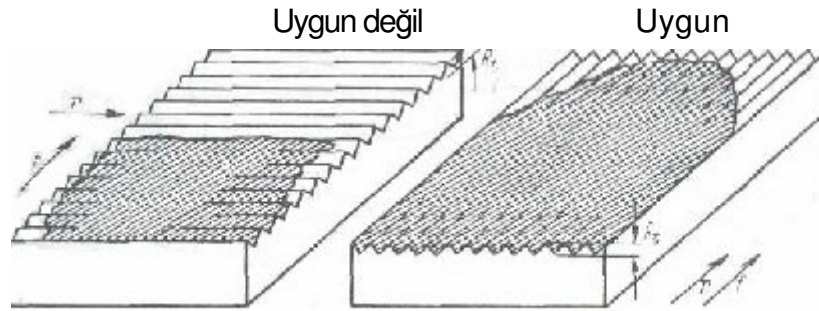
olup olmayacağı yan koşullara, örneğin yüzeyin muntazam yivli (kalem izli) olup olmadığına veya birleşme yerinin orta derecede yük taşıyıcı mı, yoksa sadece sızdırmaz mı olması gerektiğine bağlıdır.

Muntazam (örneğin paralel) yivli bir yüzey karakteri ilâve metalin yayılmasına kesin engel oluşturmaz.

Yüzeylerin çok düzgün, parlak, R , nin 10μ ve daha aşağı olması, lehim tekniği açısından bir değer taşımaz. Bu itibarla bu mertebede düzgünlük elde etmek için ek masrafa gerek yoktur.

Kaba eğe (raspa) ile hazırlanmış lehim yüzeyleri genellikle yeterince düzgün olmazlar. Bu nedenle tesviye ince eğe ile yapılmalıdır ve bu tür işlem tek iş parçalan veya çok küçük serilere inhisar ettirilmelidir.

Planya, torna, freze... gibi tezgâhlarda kaba işlemede hasıl olan pürüz derinliklerine birleşme yerinin orta derecede, örneğın 5 ilâ 10 kp/mm makaslamaya, 10 ilâ 20 kp/mm² çekmeye zorlandığı durumlarda müsaade edilebilir. Zorlanmaların bu değerleri aşmaları halinde işleme yiv veya izlerinin yönü, lehimin akış yönüne bağlı olarak dikkate alınacaktır (şek.93).



Şek.93.- Yiv ve izlerin r yönüne bağlı olarak ergimiş lehimin yayılması;

f : lehimin akış yönü

t : yiv veya izlerin yönü

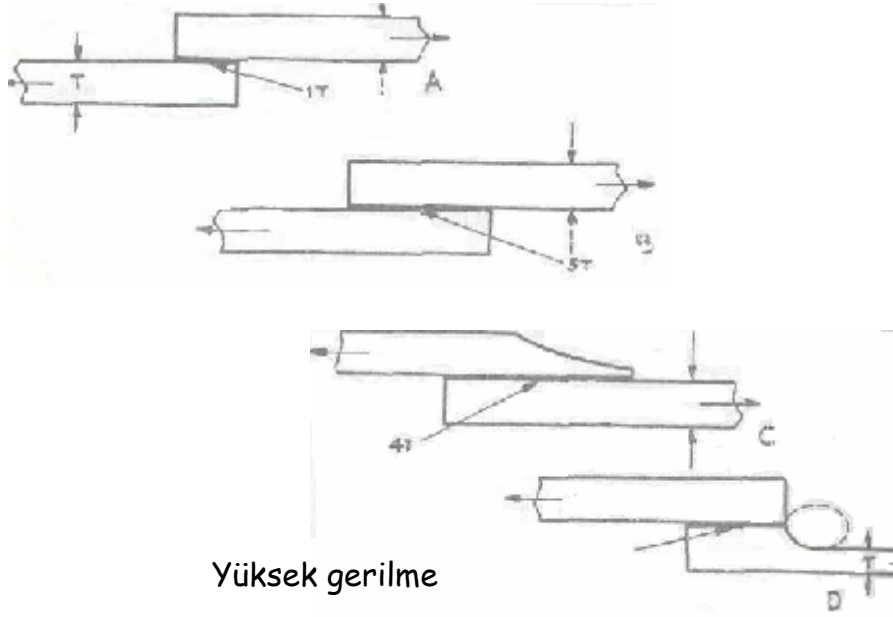
R_1 ; pürüz derinliği; $25 < K, < 100/i$

Şekilde, lehimin akış yönü her iki tarafta da aynıdır. Solda, r izleri/ye dikeydir. Aralığın doldurulması solda güçleşmektedir.

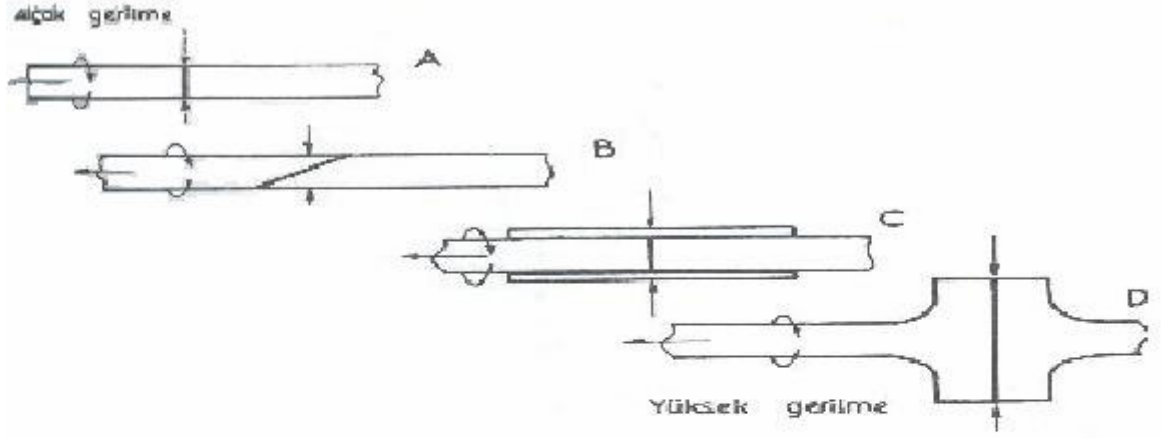
BİRLEŞTİRME YERİNİN UZUNLUğU VE GEOMETRİSİNİN ARALIK AÇIKLIğINA ETKİSİ

Birleşirme yerinin uzunluğu, özellikle ilâve ve ana metaller arasında etkileşimin bulunduğu hallerde, aralık açıklığı üzerinde etkili olur. ilâve metal, bir uzun birleşme yerine sevk edildiğinde, yeterince ana metalden kapıp öbür uca varmadan donabilir. Bu itibarla belli bir ana metal-ilâve metal birleşimi ve sert lehimleme koşullarında ne kadar fazla etkileşim olursa, birleşirme yeri uzadıkça aralık açıklığı da o kadar fazla olacaktır. Bu, birleşme uzunluğunu, bir optimum birleşme mukavemetiyle uyum içinde olarak, mümkün olduğu kadar kısa tutma gereğinin nedenlerinden biridir.

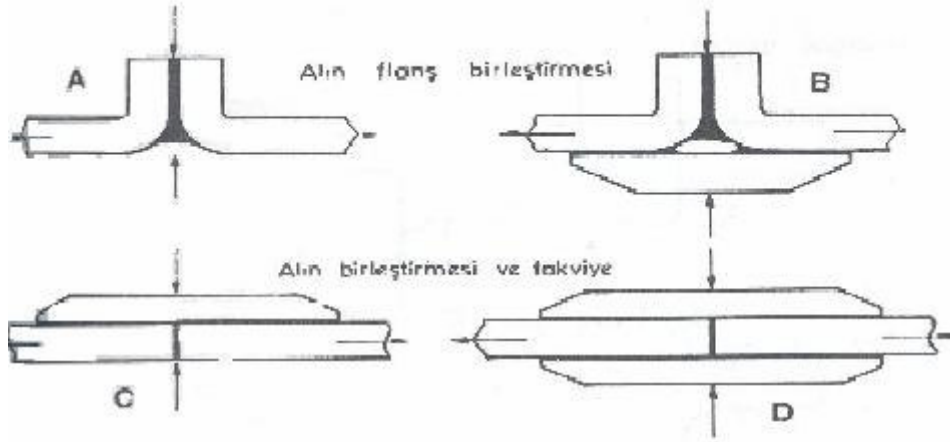
Alçak gerilme



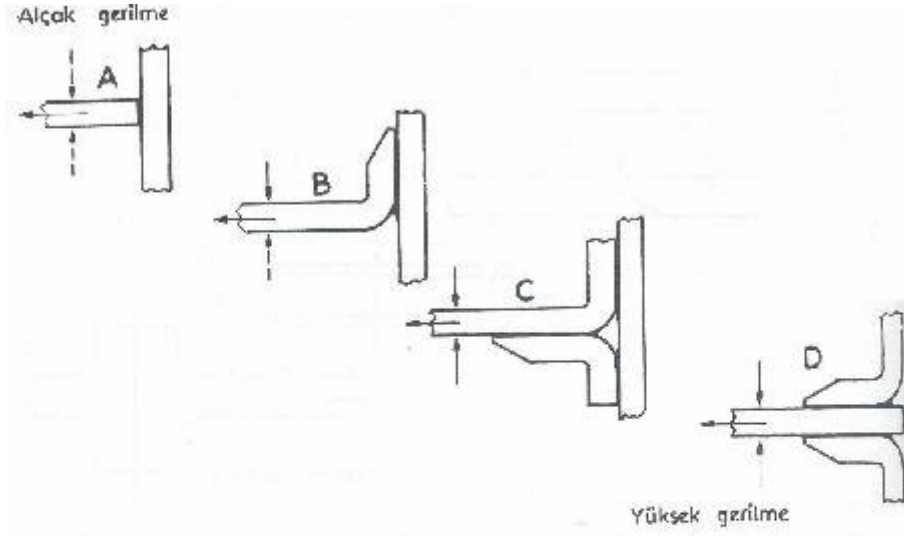
Şek.94.- Alçak ve yüksek gerilmede kullanılacak bindirmeli birleştirme. C ve D'de sağ parçanın bükülmesi, yükü ana metal içine dağıtır.



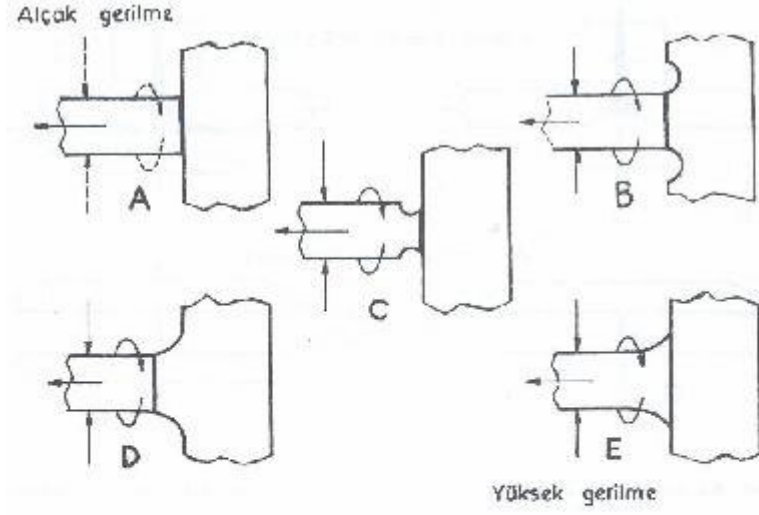
Şek. 95.- Yüksek gerilme ve dinamik yüklemeye altın birleştirmelerde alın birleştirmesi ve yük taşıma kabiliyetini artırmak için değişiklikler.



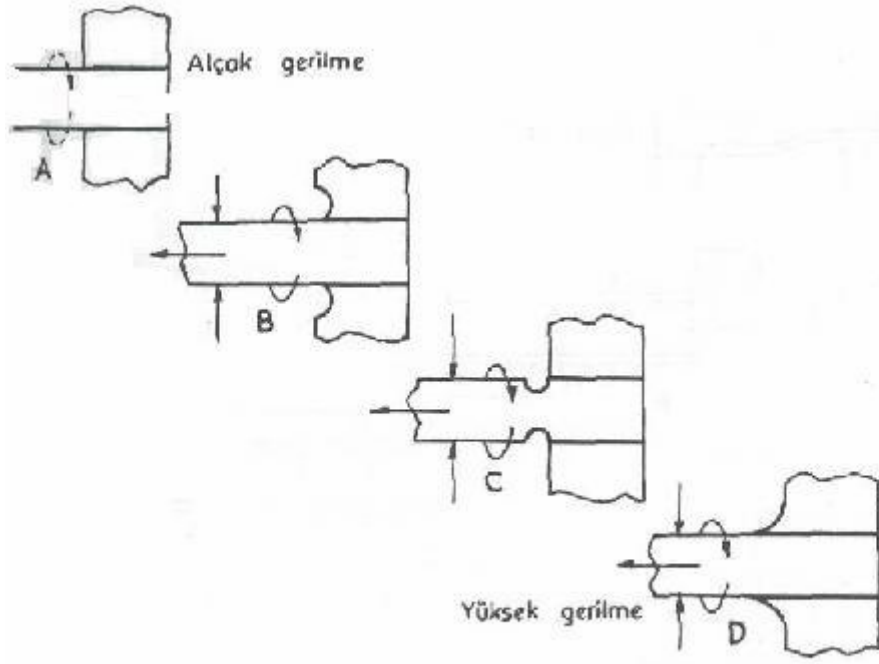
Şek. 96.- Saçların sertlehimlenmesinde yararlı birleştirme tasarımları. A krokisinde yüklemenin simetrik olamayacağı kaydedilecektir.



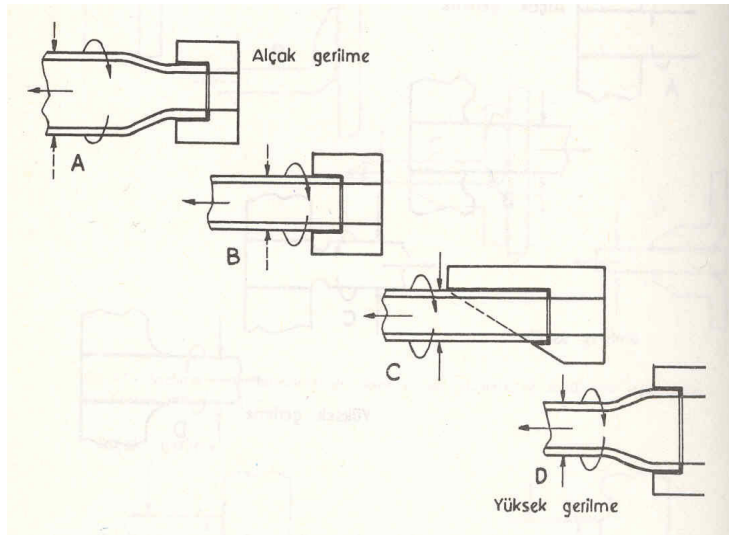
Şek. 97.- Saçların sertlehimlenmesinde, daha yüksek dinamik ve statik yük taşıyabilme kabiliyetini artırıcı şekiller.



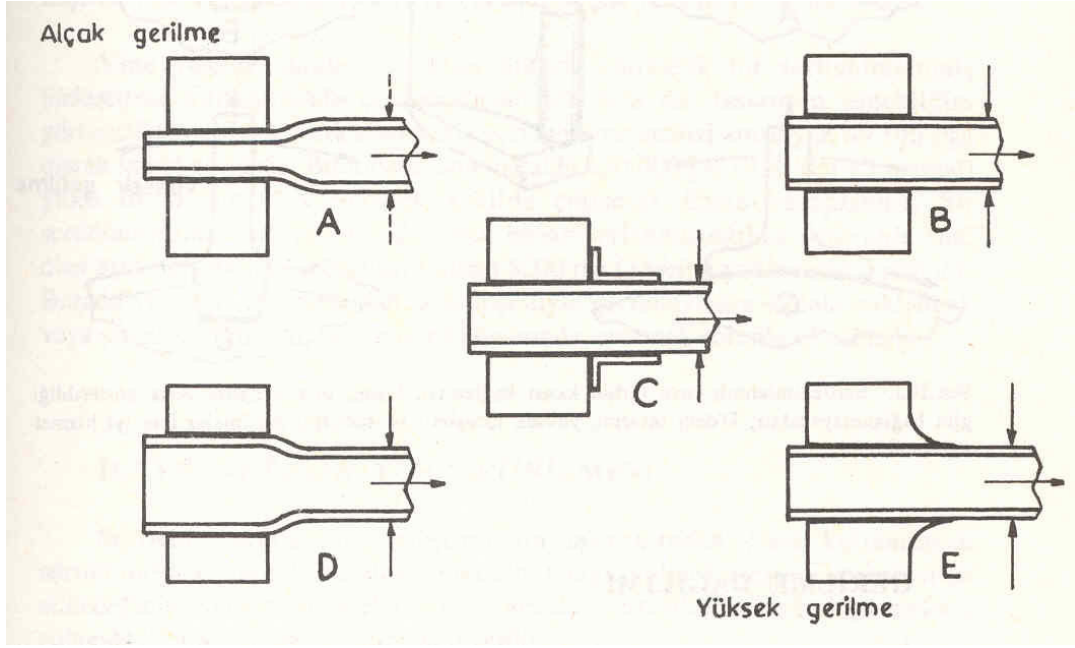
Şek. 98.- Döner türbin çarkları için levha veya göbekte şaftın birleştirilme tasarımları. Döner çarkın merkezkaç (santrifüj) yüklemesi dolayısıyla birleşmelr gerilme altındadırlar.



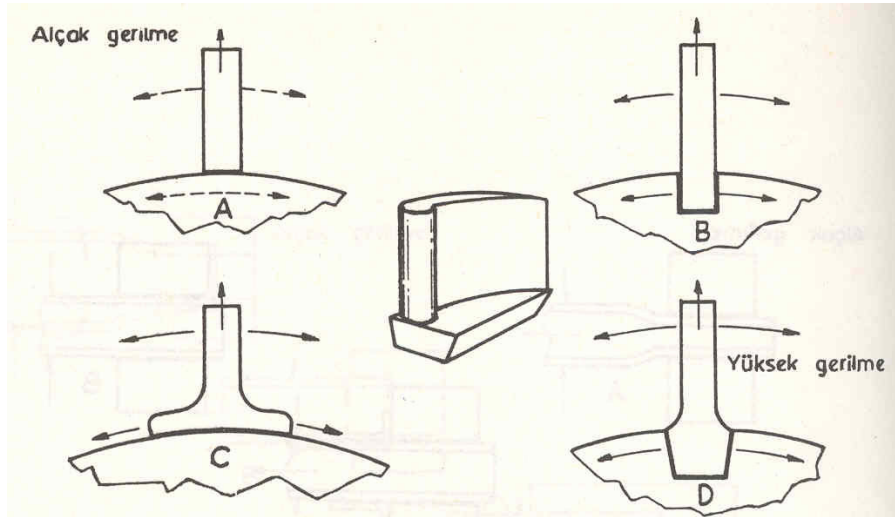
Şek. 99.- Sertlehimlenmiş birleştirmenin kenarından gerilme yoğunlaşmasını yok eden yöntemleri gösteren levha veya göbkle shaft birleştirme tasarımları



Şek. 100.- Boru ve fittings birleştirme tasarımları. A da gösterildiği gibi boru boyutunu azaltmak, alçak gerilmelerde çalışacak sertlehimlemeler için mümkündür; bununla birlikte çok sayıda gerilme yoğunlaşmaları bunun yüksek gerilmeli dinamik yüklemelerde kullanımını meneder. D de olduğu gibi şişirilmiş boru ucu en iyi genel mukavemeti sağlar.



Şek. 101.- Bir ısı eşanjöründe boru-ayna birleştirme tasarımları. Boruların içinde akışkan darbeleri, sonik gerilmeler ve yüksek hızlı hava geçişi, boruları tahribe götürecektir titreşimler meydana getirebilirler. A ve B'de azami gerilme aynada olur; bu nedenle boru bu noktada yorulma kırılmasına uğrayacaktır. C, D ve E'de gerilmeler dağıtılmış olup müsaade edilen yüklemeye ve hizmet ömrü artar.



Şek. 102.- Sertlehimlenmiş ince türbin kanat bağlantısı. Uzun, ince kanatlar A'da gösterildiği gibi bağlanmayacaktır; D'deki tasarım, yüksek titreşimli ve santrifüj gerilmeler için iyi hizmet sağlamaktadır.

GERİLME DAĞILIMI

İyi tasarlanmış ve uygulanmış, bir yüksek mukavemetli sert lehimde kırılmanın ana metalde olacağı söylenebilir. Aynı şey hafif yüklenmiş birleşmelerde de vaki olur. Bu itibarla birleşmelerin az yüklendiği durumlarda daha basit birleştirme tasarımına gidip kırılmanın sert lehimlenmiş birleşmede vaki olmasını sağlamak daha ekonomik olabilir.

Genel olarak bir sert lehimlenmiş birleştirmenin yüklenmesi, herhangi bir başka birleştirme şekli ya da ana metal kesit değişimlerinde dikkate alınan hususlardaki aynı mülahazaları gerektirir. Aslında sert lehimlenmiş birleştirmeler, başlıca yüksek dinamik ya da yüksek statik gerilme koşullarında özgül şartnameye konu olurlar. Bu itibarla

iyi bir sert lehimleme tasarımı, herhangi bir yüksek gerilme yoğunlaşmasını sertlehim köşelerinden uzaklaştırıp gerilmeleri ana metal içinde dağıtacak nitelikte olacaktır.

Buna dair çeşitli örnekler, şek.94'den 103'e kadar görülür.

Çoğu kez tasarımcılar, gerilme yoğunlaşmasını yok etme yöntemi olarak ilave metalden bir köşe teşkiline giderler. O ise ki bu, çok yanlış bir tasarım düşüncesi olup işi tesadüflere terk etmektedir ve ilave metal, istenilen köşe boyut ve çevresini nadiren meydana getirir. Köşeler fazla genişleyince, çekme büzülmesi vaki olup bu durum, gerilmeyi azaltma yerine tersine çoğaltır. İlave metalden köşeler, yüksek ölçüde gerilmeye tabi tasarımda çok yetersiz bir destek olurlar.

Yine yüksek statik gerilmeler altında çalışacak bir sertlehimlenmiş birleştirme kullanımında çok rastlanan bir hata da, tasarımın esnekliğini görmezlikten gelerek sertlehimlenmiş yeri, gerilme analizi amacıyla, bir rijit öge olarak kabul etmektedir. Bu itibarla ana metalda 130 000 psi (910 kPa-kilopascal) yükü ile memnunluk verecek şekilde çalışmak üzere hesaplanmış bir sertlehimlenmiş birleştirme, öğelerden birine zorlanmış eğilme nedeniyle vaki olan aşırı gerilme yoğunlaşması sonucu 5000 psi (35 kPa) yüklemeye kırılabilir. Burada yine, bir ana metalden köşe teşkiliyle gerilmeyi ana metala nakletmek veya sistemin rijitliğini, birleşme yeri civarında, artırmak zorunlu olmaktadır.

İLAVE METALİN YERLEŐTİRİLMESİ

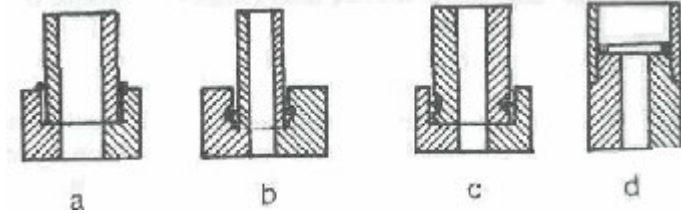
Sertlehimlenmiş bir birleştirmenin tasarımından önce kullanılacak sertlehimleme süreci ile ilave metalin hangi yolla birleşme yerine ithal edileceğinin saptanması gerekir. Elle uygulanan sertlehimlenmiş birleştirmelerin çoğunda ilave metal basitçe yüzeyden verilir.

Ocak ve yüksek üretim sertlehimleme iŐlemleri, buna karşılık, ilave metalin önceden yerleŐtirilmesini gerektirir.

Şek.103 ila 106 buna birçok örnek verir. İlave metal tel, Őerit, bant, toz Şeklinde olabileceği gibi püskürtülebilir, kapanabilir ya da vakumda yerleştirilebilir.

İlave metali önceden kabul etmek üzere ana metalde oluk açıldığında, bu oluk kalın kesitte açılacaktır (Şek.103 ve 104). Mukavemet bakımından tasarlandığında, oluk alanının birleştirme alanında çıkarılması gerekir. Bu aŐama, sertlehim ilave metali oluktan birleşme arayüzlere aktığından, elzem olmaktadır.

Toz halinde ilave metaller, Şek.103'de gösterilmiŐ mahallerin herhangi birine konabilirler; bunlar nötr bağlayıcılar içinde süspansiyon karıŐımları halinde veya dekapan içeren bağlayıcılarla birlikte bulunurlar. Bu arada tozun yoğunluğunun katı telinkinden az olup gerekli oyuk hacminin %50-70 oranında artırılmasının gerektiği kaydedilecektir.



Şek. 103.- İlave metal tel halinde önceden yerleŐtirme Şekilleri

Toz halinde ilave metaller

Metalürjik olarak her bir bireysel toz zerresi, dökülmüŐ ya da dođulmuŐ halde metalin bütün normal niteliklerini haiz olmakla birlikte onu öbürlerinden ayıran husus onun göreceli olarak geniş yüzey alanına sahip olmasıdır.

Metal tozları istenilen zerre boyutunda retilenirse de serilen imleme iŐlemlerinin çoğunda, 250^ elek gözünden (60 mesh) geçen toz kullanılmaktadır, Sert lehimleme koŐullarına bağlı olarak "ince" (44,u'dan az) miktarı, toplam toz ağırlığının %50'si civarında tutulmaktadır.

Sert lehimleme ilâve metali olarak toz imali, başlıca iki yöntemle gerçekleştirilmektedir; ergime metalizasyonu ve mekanik ufalama. İlkinde esas itibariyle ergimiş metal (veya alaşım) bir delikten sevk edilir ve buradan çıkmakta olan sıvı üzerine bir gaz ya da sıvı akımı yöneltir. Bu yüksek basınçlı akım, ergimiş metali ince zerreler halinde "atomize" edecek girdap koşulunu yaratır, Atomizasyon basıncı arttıkça, hasıl olan zerreler de inceler.

Ergimiş metal akımını atomize etmede kullanılan vasat, metal tozunun nihaî şeklini saptar. Örneğin suyla atomizasyon çabuk soğumayı mucip olduğundan gayri muntazam şekilli taneler elde edilir, öbür yandan, azot veya argon gibi gazla atomizasyonda soğuma daha yavaş olup daha küresel şekilli taneler hasıl olur. Metal tozunun şekli, bu tozun nihaî kullanılış tarzına bağlı olarak, önemli olmaktadır.

Daha az başvurulmuş mekanik ufalama yöntemi çoğunlukla, ufalanacak alaşımın gevrek tabiatlı olduğu, titanium veya berilyum gibi yüksek derecede reaktif olup oksijenin yokluğunda hazırlanmasının gerektiği hallerde kullanılır. Ufalama yüksek hızlı darbe, basitçe eğeleme vb. yöntemlerle yapılabilir.

Kısaca betimlenen bu iki yöntemden yüksek derecede saf asal gaz kullanan ergime atomizasyonu yeğlenir. Bu yöntem fevkalâde temiz, optimum sertlen imleme kabiliyetini haiz oksitsiz tozlar verir.

Metal tozu çok çapraşık nitelikleri haizdir, ilâve metal tozunun sert lehimleme alanına konma yöntemine bağlı olarak bu niteliklerden çoğunun sert lehimleme sonucu üzerinde az çok bir etkisi bulunacaktır. Bu niteliklerden en anlamlı olanlar şunlardır: yüzey alanı, yüzey filmleri (oksitler), görünür yoğunluğu, tane şekli, tane boyutu (dağılım), akış, saflık" (ademi safiyetler), sıkıştırılabilme, ergime sıcaklık aralığı (akış noktası), gaz içeriği. Esas itibariyle iki karakteristik grubu, metal (ya da alaşım) ile doğrudan ilgili olanlarla toz imali yöntemine bağlı olanlar, Önemli olmaktadır.

İlâve metal bileşiminin denetimi son derece önemlidir. Her bireysel tane, doku itibariyle homogen ve uniform olarak alaşımlandırılmış olacak, herhangi bir ayrılıp çökme (segregasyon) görülmeyecektir. Ademisafiyet düzeyi asgaride tutulacaktır. Gümüş esaslı alaşımlarda alüminyum gibi sert lehimlemeye zarar verici bulaşma bulunmayacaktır. Öbür yandan tanenin şekli, tozun akışı, tane boyutu (ve dağılımı), sıkıştırılabilme kabiliyeti ve yoğunluk, tozun "mekanik" olarak davranışına hâkim olan faktörlerdir. Örneğin küresel toz gayri muntazam şekillisine göre daha çabuk akar; "kabarık" toz, küresel tozdan daha az bir görünür yoğunluğu (gevşek tozun birim hacim ağırlığı) haizdir. Böylece, tanenin şekil ve boyutu, "bağlantının yoğunluğu" nu büyük ölçüde etkiler.

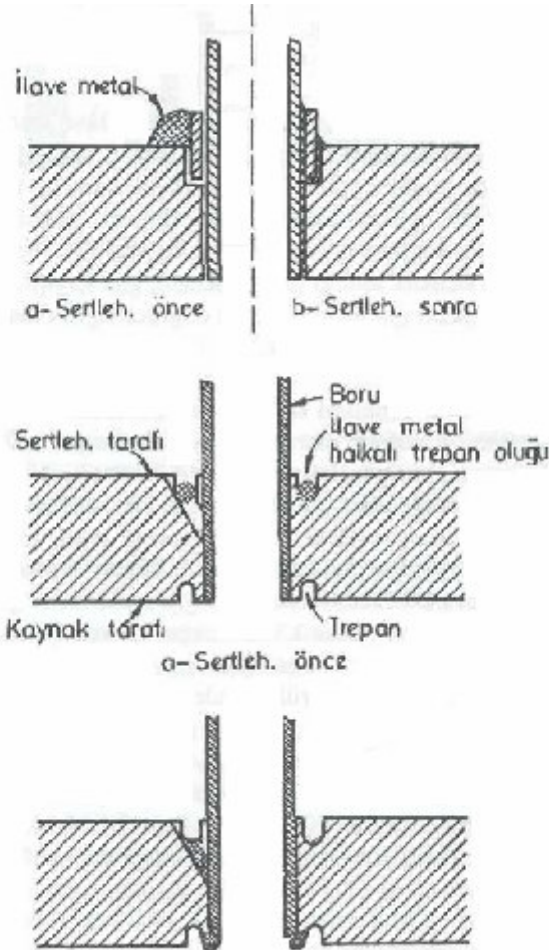
Sair karakteristikler tabiat itibariyle daha "kimyasal"dırlar. Bunlardan, yüzey filminin ya da oksit tabakasının varlığı çok ilginçtir. Nispî olarak büyük yüzey alanı dolayısıyla, toz imali

sırasında yüzey reaksiyon olasılığı daima mevcuttur. Bu nedenle de asal gaz atomizasyonu son yıllarda önem kazanmıştır.

Ancak sünek metal ve alaşımlar, önceden şekillendirilmiş (halka, pul, rondele, tel vb.) ilâve metal haline getirilebilir. Oysa ki tozda, metalin sünek olması zorunluğu bulunmadığı gibi mümkün bileşim sayısı da sınırsızdır. Ayrıca toz ilâve metal, yine toz halinde dekapanla karıştırılıp sert lehimleme bölgesine böylece yerleştirilebilir. Ve nihayet toz metaller, en çapraşık şekilli birleşme yerine hemen intibak ederler.

Düşey kesitlerde olduğu gibi toz alaşımı yerinde tutmanın güç olduğu durumlarda bunu bir sıvı taşıyıcı ile karıştırıp fırçayla sert lehimleme yerine sürmek mümkündür. Bu taşıyıcının, toz metalin sert lehimleme niteliklerine zarar vermeyen "nötr" bileşimde olması gerekir. Genellikle bu, uçucu tipten olur ve zararlı bakiye bırakmaz.

b-Sertleh. sonra



Şek. 104.- Nükleer uygulamada ayna ve boru için sertlehimleme birleşmesi dizaynı ve ilâve metal verilmesi. Bu sonuncusunun boru cidannın uzağına konulduğu ve bütün birleşme tam ısınana ve ilâve metali kabul edecek duruma gelene kadar birleşme yerine akamayacağına dikkal edilecektir.

Sert lehimlenecek parçalar arasında büyük kesit alanı farklarının bulunduğu uygulamalarda ve ilâve ve ana metaller arasında bir karşılıklı erime kabiliyeti derecesinin bulunduğu hallerde, ince parçada yanma çentiklerinin meydana gelmesi düşünülebilir. Bu keyfiyet genellikle ilâve metalle ince parçanın, kalın parçadan çok önce, ilâve metalin ergime sıcaklığına varması nedeniyle vaki olur; böylece ilâve metalle ince parçanın sıcaklığı artmaya devam eder.

İnce parça ile temasta olup sıcaklığı artmaya devam eden bütün sıvı ilâve metalle, erozyon ve yanma çentikleri beklenebilir. Şek.104, kalın kısmın sert lehimleme sıcaklığına varmasına kadar sıvı ilave metalin boru cidarına ulaşmasını önleyecek iki yöntemi gösterir. Trepanlanmış kesitte (şek. 104 orta ve alt kroki) ya da koruma bileziğinde (şek. 104 üst) erime olsa bile, boru niteliklerine dokunmadığından bunun önemi olmaz.

Alıştırmayı etkileyen önceden yerleştirilmiş bantlar kullanıldığında, sert lehimlenecek parçalar birbirlerine göre serbestçe hareket edebilmelilerdir şöyle ki ilâve metal ve dekapan fazlası, basınç uygulamasıyla, birleşme yerinin dışına atılacaktır.

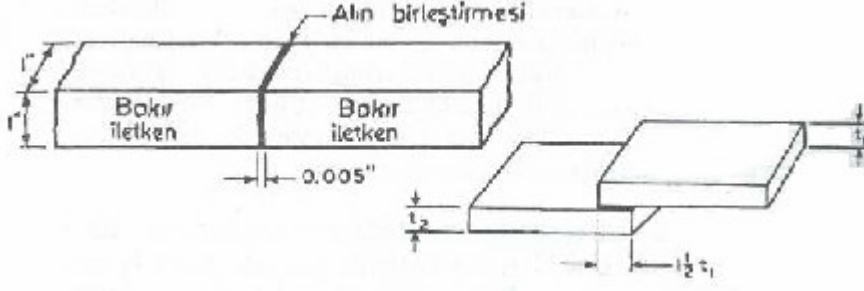
Tasarımcı ayrıca, bir sert lehimlenmiş birleşmenin dizaynında, işin bitiminde yapılacak muayeneyi de dikkate almak zorundadır. Örneğin, önceden yerleştirilmiş ilâve metalin dışarı akmasını sağlamakla bunun tam olarak birleşme yerine nüfuz etliğinden emin olabilir.

Bazı uygulamalarda, açılacak delikler çok iyi muayene olanağını sağlarlar. Bu, özellikle uzun levha ve bazı boru ile fittings birleştirilmelerinde uygulanır.

ELEKTRİKSEL İLETKENLİK

Bir elektriksel birleştirmede dikkat edilecek başlıca husus elektriksel iletkenlik olup uygun şekilde tasarlandığında birleşme, devrenin elektriksel direncine ciddi katkıda bulunmayacaktır.

Genel olarak sert lehimleme ilâve metalleri, bakırla kıyaslandığında, çok düşük elektriksel iletkenliği haizdirler. Örneğin BCuP - 5 ilâve metalininki bakırınkinin %10'u, BA6-6'nınki de %24,4'üdür. Bununla birlikte bir sert lehimlenmiş birleşme, devreye ciddi bir direnç eklemeyiz: ilâve metal kalınlığının, iletkenin uzunluğuna göre az olması, devrenin toplam direncinde ihmal edilebilir ölçüde bir artışı mucip olur.



Şek.105.- Bir elektrik iletkeninin sertlehimlenmiş alın birleşirmesi

Şek.106.- Elektrik iletkenlerinde birleşirme için optimum bindirme

Şek. 105'de BCuP - 5 ile sert lehimlenmiş bir bakır iletken görülür.

R_{Cu} = bakırın direnci ($20^{\circ}C$ 'ta) = $6,79 \times 10^{-7}$ ohm/İn./in².

R_{FM} = ilâve metalin direnci = $10 \times 6,79 \times 10^{-7} = 67,9 \times 10^{-7}$ ohm/in./in² .

l = aralık genişliği = 0,005 in

L = bakır iletkenin + sert lehimlenmiş alın birleşirmesinin uzunluğu ($L = 1,0$ in. kabul edilmiş).

Toplam direnç = $R_T = (L-l)R_{Cu} + lR_{FM}$

$$= 0,995 \times 6,79 \times 10^{-7} + 0,005 \times 67,9 \times 10^{-7} = 7,10 \times 10^{-7} \text{ ohm/in./in}^2$$

$$\text{Yüzde direnç artışı} = \frac{(R_T - R_{Cu})}{R_{Cu}} \times 100 = \% 4 \frac{1}{2}$$

İletkenin uzunluğu arttıkça, sert lehimlenmiş birleşmenin etkisi azalır. Böylece, iletkenin uzunluğu 1 İn. yerine 2 in. olacak olursa, elektriksel direnç arası %2,25 olur.

Pratik açıdan, birleşme yerinde fiilî elektriksel yol alanını daraltan bîr miktar boşluğun bulunacağı kabul edilir. Bu nedenle mümkün olan her yerde bindirme birleşirmesi önerilir.

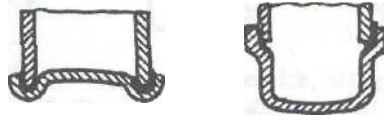
En ince kısmın kalınlığının 1,5 katı uzunlukta bir bindirme (şek.106), aynı uzunlukta bir bakır çubuktaki direncin yaklaşık aynısını verir.

BASINÇ SIZDIRMAZLIĞI (BASINÇ VEYA VAKUM)

Basınç sızdırmazlığının arandığı sert lehimleme birleştirmeleri mümkün olduğu her yerde bindirme (makaslama-yırtılma) tipinde olacaktır. Bu birleştirme tipi en geniş sert lehimleme alanı



(yüzey arası) ile birlikte, birleştirme yerinden asgarî sızma olasılığın sağlar (şek.107).



Şek.107.- Basıncı kaplar için tipik sert lehimlenmiş birleştirmeler.

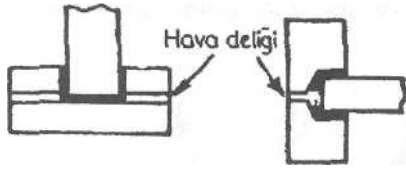


Şek.108. – Sert lehimlemede havanın alınması

Birleştirme aralığı, en iyi kalitede basıncı sızdırmaz birleştirme elde etmekte önemli bir faktör olmaktadır. Genellikle ilgili tablodaki rakamların alçağını kullanmak daha iyi sonuç vermektedir şöyle ki böylece birleşme yerine daha az girmeler vaki olur ve burada daha az açık alanlar kalır. Aşın aralık açıklıklarından, fena akan ilâve metal-ana metal ikilisi ve sert lehimleme tekniğinden sorunların başlıcaları doğar.

Yüksek basınç ya da vakum sızdırmaz birleştirmelerin dizaynında, mukavemetten başka dikkate alınacak başlıca faktör, uygun hava boşaltılmasının önemidir. Sert lehimleme işleminin ısısı, kapalı sistemin içindeki hava veya gazları o denli hızlı genişletir ki, sistemin havası uygun şekilde alınmadıkça bu hava veya gazlar her tarafı zorlar: ilâve metalin kapiler etkiyle girmesi engellenir (şek.108). Havası alınmamış kapalı kap sert lehimlemesinde ayrıca, ilâve metal solidus (tamamen katılma) sıcaklığına soğuduğunda, ilâve metala etki yapan kuvvetler bütün köşeleri içeri çeker ve hava geçitleri dıştan içeri doğru olmak üzere, teşekkül eder.

Kör delikler de küçük basınçlı kaplar olarak düşünülebilir. Şek.109, sert lehimleme



işlemi sırasında meydana gelecek basıncı yok etmek için hava deliklerini gösterir.



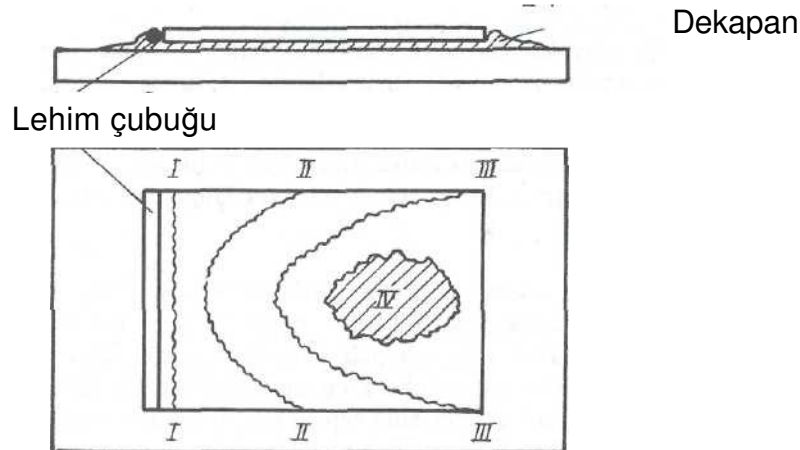
Şek.109.- Sert lehimlemede kör deliklerin havasının alınması

DEKAPAN İLE İLAVE METAL ARASINDA YER DEĞİŞİMİ

Yine aynı bağlamda olmak üzere, aşağıdaki mülâhazalara yer vereceğiz.

Yukarda ifade edilmiş olduğu gibi, serilenim aralıkları nadiren ilâve metalle tamamen dolar. Arada bir miktar gaz sıkışmaları ve/veya dekapan kalıntıları bulunur. Ancak bu olgu, birleşmeyi reddetmek için neden olmaz: %80 civarında ilâve metalle dolmuş bir birleştirme yeri, uygun olarak kabul edilir.

Dar aralıklı ve büyük yüzeyli sert lehimlemeler

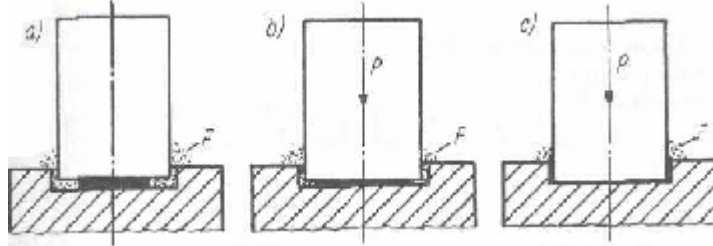


Şek.110.- Dar yüzey aralıklarında dekapan ilâve metal yer değiştirmesi

Şek.110'da, iki levha birbiri üzerine sert lehimlenecektir. Birleşme yüzeylerine dekapan sürülmüş ve sol kenara bir ilâve metal teli parçası yerleştirilmiştir, iş parçasının çalışma sıcaklığına ısıtılmasıyla ilâve metal ergin ve aralığa önce muntazam olarak sızar (I -

I). Sert lehimleme işleminin ilerlemesiyle akma cephesinin orta kısmı geri kalmaya başlar (II - II). İlâve metal nihayet, birleştirilen levhanın yan uç noktalarına varır (III - III), levha boyunca iki yandan akar ve aralığı dıştan kapatır. Hâlâ sert lehimleme alanının içinde bulunan dekapan dışarıya kaçamaz ve içerde büyük bir ada oluşturur (IV). Nispeten büyük bir alan ısıtılmış ve bağlanmış bulunduğu için mukavemet açısından bu lehim yeri mutlak zorlamalar için yeterli olmaktadır. Ancak bu durumun elektriksel direnç açısından sakıncası ortadadır.

Bu itibarla büyük yüzeyli birleştirmelerde aralık, ilâve metalle dıştan doldurulmayıp bu

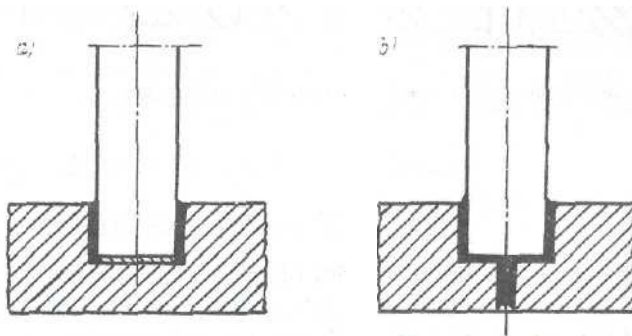


metal bant halinde Önceden yerleştirilecektir.

Şek.111.- önceden yerleştirilmiş İlâve metal levhasıyla alın birleştirmesi
P = basınç F = dekapan

İlâve metal pulunun kalınlığı 0,4 mm olarak seçilir. Birleşmeden sonra lehim aralığının 0,2 mm'yi aşmaması gereği nedeniyle pul yüzeyi, birleşme yüzeyinin 2/3'ü kadar olacaktır, ilâve metal ergiyince, yukardan baskıyla yüzeyi tamamen doldurur, dekapanı yanlardan dışarı sürer ve aralık genişliği de 0,1 - 0,2 mm mertebesine iner (şek.111).

Dekapan kalıntılarının konstrüktif düzenlemelerden kaynaklanmaması için, ilâve metal ve dekapanın akış yönü ve serbest bir akış olanağı tasarımcı tarafından baştan itibaren göz önünde bulundurulacaktır. Bu cümleden olmak üzere özellikle kör yuva birleştirmelerinde dekapanı bir çıkış deliği açılır (şek.112).



Şek.112.- Dekapan sıkışmasının önlenmesi

a) hapis kalmış dekapan

b)dekapan çıkış deliği