

### III - SERTLEHİMLEME TEKNİKLERİNİN UYGULANMA ŞEKİLLERİ

Sert lehimlenecek eşyanın dizaynı tamamlanıp imali gerçekleştirilince, ilk sert lehimli birleştirme yapılıp sürecin uygunluğu saptanacaktır. Önemi itibariyle bu husus üzerine biraz yayılacağız.

Modern endüstrinin başlıca eğilimi, üretimin rasyonelleştirilmesinin, yani üretim artışına koşturarak kalitenin istenen düzeyde tutulması ve maliyetin düşürülmesinin yanı sıra mamulden beklenen güvenilirlik ve belli bir servis ömrünün sağlanmasının şansa bırakılmamasıdır.

Mamullerin imal edilebilme ile bunların bakım kabiliyetleri arasında bîr tefrik yapılacaktır, imal edilebilme kabiliyetinden, tasan minin (dizaynının) yüksek ölçüde etkin imal usullerine yatkın olması anlaşılır ki bunlarla işlevsel gerekler asgari maliyetle yerine getirilmiş olacaktır. Bir mamulün bakım kabiliyeti de onun bakım ve tamir masraflarında azalmayı ifade eder. Bu itibarla mamul tasarımı, imali ve tamiri için hazırlık hususunda müşterek bir yaklaşım zorunlu olmaktadır. Bir tasarımın yapılabilirliği (uygulanabilirliği-dizayn fizibilitesi) tasarım (proje) bürosu ile imal dairesinin işbirliğini kaçınılmaz kılar.

Sert lehimlenmiş mamul tasarım ve proses mühendisliği faaliyetlerinin başlıca hedefi, ana metal-ilâve metal-sert lehimleme teknikleri arasındaki uygunluktur. Bu konu üzerinde daha önce yeterince durmuştuk.

Proses mühendisliğinde birinci aşama sert lehimleme tekniği ile birleştirme teşkili ve yüzey temizleme özel şekillerinin seçimi olmaktadır. Ana ve ilâve metallere sert lehimleme tekniklerinin uygunluğu üzerinde mukayese verileri toplarken yayılabilme, birleştirme aralığı doldurma kabiliyeti ve gözeneklilik, gelişen kimyasal erozyon, kimyasal birleşme yüzey yaralarının oluşması, ana metalin ergimiş ilâve metalle temasında gevrekleşme, sert lehimin sonradan ergitilme (sökülme) sıcaklığı için deney icrasında, birleşik Standart süreçler takip edilecektir. Ancak bu suretle ana ve ilâve metallere sert lehimleme tekniklerinin uygunluğu üzerinde kıyaslanabilir kesin veri toplanması mümkün olabilir.

Proses mühendisliğinde ikinci aşama, optimum sert lehimleme koşullarının veya mamulün işlevine tekabül edenlerinin araştırılması olup bunu yapmak için bütün faktörleri içeren tam bir deney planlanır ve modelin uygunluğu ile katsayıların anlamı kontrol edilir; bunun üzerine geriye doğru analiz tekniği ile optimizasyon parametreleri (işlevsel nitelikler ve sert lehimleme karakteristikleri) faktörlere (sert lehimleme sıcaklığı ve bunda tutma süresi, ısıtma ve soğutma temposu, nicel faktörler olarak sınıflandırılırken dekaplar, ilâve metallere, atmosferler, yüzey pürüzlülük düzeyi, birleştirme tipi nitel faktörler olarak görülür) bağlanır. Bir, geriye

doğru analiz denklemleri geliştirmek, denklem katsayılarının anlamını saptamak, modelin uygunluğunu, deneylerin tekrarlanabilirliğini denetlemek üzere kompütör kullanılır.

Proses mühendisliğinin üçüncü ve dördüncü aşamalarında, sert lehimlemenin gerekli zaman-sıcaklık saykılını sağlayacak bir ısıtma yolu seçilir. Bunun için uygun cetveller ve ısıtma hesaplarına başvurulur.

Kondüksiyonla ısıtmada genellikle, münasip sınır koşulları altında Fourier kriteri kullanılır. Konveksiyon ısıtmasında katı-sıvı yüzey aralığında ısı değişimi süreci, ilgili kriterler ele alınarak hesap edilen ısı çıkışı katsayısı tarafından saptanır (bu kriterler, ısı çıkışı ve ısı iletkenlik katsayılarını parçanın boyutlarına bağlayan Peclet sayısı; bir ısı süreci betimlemek üzere bir hidrodinamik benzerlik kuran Reynolds kriteri; sinematik viskoziteyi ısı iletkenlik katsayısına bağlayan Prandtl sayısıdır)\*.

Radyasyonla ısı transferinde hesaplar, ısı akışını radyasyon yapan cismin sıcaklığına bağlayan Stefan-Boltzmann kanununa dayanır.

Mamulün metali, işlevsel gerekleri, boyut ve tasarım özellikleri kompütöre verildikten sonra bunun cevabı ilâve metali, dekapanı ve/veya atmosferi, birleştirme oluşma modeline göre sınıflandırılmış sert lehimleme tekniklerini, kir temizleme yolunu, ısıtma yöntemini, sert lehimleme koşullarını, teğhizat, takım ve aparatları ve sert lehimlemenin otomasyon ve mekanizasyonunun yapılabirliğini belirtecektir.

Seri imalâtta ilk deneme sert lehimli birleştirme yapılıp da memnurluk verici bir sonuç alınmazsa, gerçekte "arıza arama" süreci başlar. Çoğu kez bazı küçük, ama sonuçta önemli olabilen ayrıntılar, sorumlu mühendisin gözünden kaçmıştır. Bunların dikkat nazara alınması, başarısızlığı olumlu sonuca dönüştürebilir. Aşağıda vereceğimiz (aslında çok basit) bazı ayrıntılar, bu alandaki uzun deneyimin ürünüdürler.

## ***SERTLEHİMLEME ÖNCESİ HAZIRLIK***

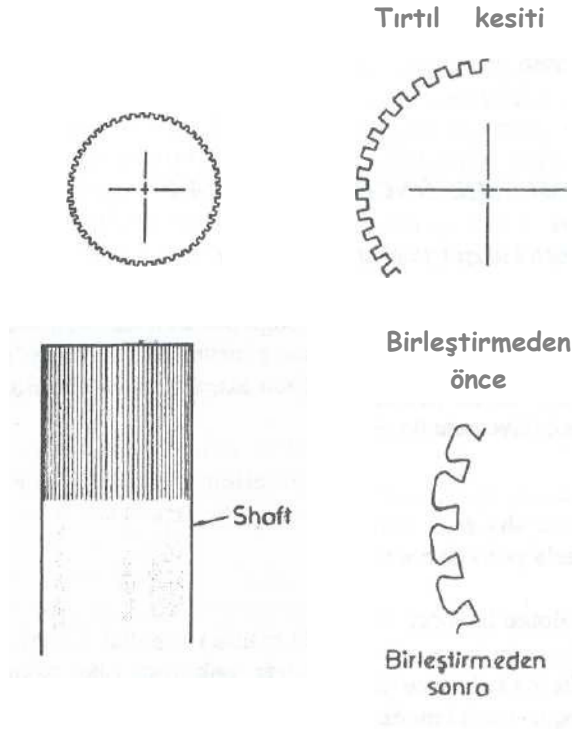
### ***İyi bir ilâve metal akışı için aralığın kontrolü***

Birçok durumda, Örneğin imalât çapağı, birbiri içine geçip sert lehimlenecek parçaların eşmerkezli olarak pozisyona getirilmelerini, ve dolayısıyla bütün birleştirme çevresince ilâve metalin uniform akışını önleyebilir. Buna karşı önlem alınacaktır.

Bu arada, iç ve dış ölçü toleranslarının karşılıklı sınır değerlerinde, birleştirme aralığı fazla ya da az olabilir.

Aralığın fazla olması halinde:

1. Aralık doldurma kabiliyeti fazla olan ilâve metal seçimi. Örneğin çelik parçaların ocak sert lehimlemesinde, çok akıcı olan bakır ilâve metali, birleştirme alanını uniform olarak doldurmayabilir. Düşük branda (%3 ilâ 8) nikel içeren bakır ilâve metalinin seçimi, aralığı doldurmada yardımcı olacaktır. Aynı şekilde BCuZn serisi de ocak sert lehimlemesinde, aşırı aralık nedeniyle normal bakırın birleş tirem ettiği durumlarda kullanılır. Daha alçak ergimeli ilâve metal serilerinde, daha az akıcı BAg'ler yerine nikelli BAg-3 kullanılır. Paslanmaz çelik parçaların ocak hidrojen veya vakum sert lehimlemesinde kullanılan mutat BNi ilâve metallere saf nikel veya nikel-silisyum eklenmesi yine aralık doldurma kabiliyetini ıslah eder.
2. Aralık açıklığını azaltmak üzere muyluya tırtıl çekilir (şek. 135) veya uygun yerleri noktalanarak oraları şişirilir ve böylece merkezden kaçıklık giderilir.
3. Birleştirme aralığını azaltmak üzere parçalardan birinin Ölçüleri elektro kaplamayla büyütülür. Genellikle erkek parçaya uygulanan işleme, yüksek maliyetine rağmen, bazı durumlarda başvurulur.



Şek. 135.- Sertlehimleme birleşmelerinde kullanılan tırtıl. Muylu ucunun tırtıllanması sertlehimlemeden Önce sıkı (pres) geçme alıştırmadan sonra erkek parçanın deliğe hizalanmasını sağlar. Tırtıl çapı deliğinkinden çok az (birkaç mikron mertebesinde) büyük oluj ilâve metal, tırtıl dişlerinin arasındaki hacma akar.

Yine iyi bir akış ve ıslatmanın sağlanması amacıyla, yerine göre uygulanan işlemler şöyle özetlenir

1. Abrazif püskürtme (alüminyum veya titanium oksidi zerreleri vb.)

2. Sert lehimlemeden önce komponentlerin ilâve metal tarafından kolayca ıslatılabilen bir metalle elektro-kaplanması: çeliği bakırla, paslanmaz çelik parçaların ve Inconel ve Hastelloy gibi refrakter alaşımların nikelle kaplanması..., sık başvurulan işlemlerdendir.
3. Redükleyici atmosferlerde ön işlemler.
4. Uçucu dekaplanların kullanılması: ocak sert lehimlemesinde amonyum biflüorürün kullanılması, uygun ıslatmanın sağlanması için ilginç bir örnek oluşturur.
5. Ana metal yüzeylerinin ilâve metallerle kaplanması: bakırın BCuP ile, alüminyum alaşımlarının Al-Si alaşımlarıyla, paslanmaz çeliklerin NiP ile, karbür kesme takımlarının sandviç sert lehimlemesinde bakırın BAg-3 ile... kaplanması.

### ***Tuz banyosu yöntemleri***

Tungsten karbürü parçaların .temizlenmesi, Ön kaplaması ve karbondan arındırılmasının bir arada yapılmasını sağlayan bir patentli süreç uygulanmaktadır. Bunda kesme takımları, maden delme uçları vb. için karbür ucun takım hamiline sert lehimlenmesinden önce bir özel tuz banyosunda muamelesi bahis konusudur. Yine başka bir patentli yöntem, komponentlerin ön temizliği için ergimiş sodyum hidrat veya başka tuz birleşimi banyosunu Öngörmekte olup çoğunlukla yöntem, dökme demirin yüzeyinden karbonun temizlenmesiyle BAg serisi ilâve metallerle sert lehimlenmesine olanak sağlamakta kullanılır.

## **SERTLEHİMLEME SONRASI İŞLEMLER**

### ***Isıl işlem***

Isıl işlem görmüş sert lehimli birleşmeler elde etmek için çeşitli yollar vardır. Uygun bir sert lehimleme sıcaklık alanına sahip bir ilâve metal seçimiyle gerekli ısıl işlem, sert lehimleme ve bundan sonra soğuma sırasında İcra edilmiş olur. Hava çelikleri gibi ısıl işlem görmüş parçalar kullanıldığında, sert lehimlemenin ısıl işlemden sonra yapılması pratik olmaktadır; ancak bunun için uygun ilâve metal seçilerek sert lehimleme sıcaklığı gerektiğince alçak tutulacaktır. Böylece de ana ve ilâve metallerin birçok birleşme şekilleriyle, sert lehimlemeden sonra ısıl işleme gerek kalmaksızın istendiği gibi ısıl işlem görmüş sert lehimli birleşmeler elde edilebilir.

İlâve metalin solidusunun altında ısıl işlem sıcaklığını haiz, yaşlandırma sertleşmeli alaşımlar gibi malzemeler, sert lehimlemeden sonra ısıl işleme tâbi tutulabilirler. Bunda ilâve metalin solidusu bu ısıl işlem sıcaklığının üstünde olacaktır.

### ***Dekapanın temizlenmesi***

Sert lehimleme işleminin sonunda, kullanılan dekapanın korozif bir bakiye bırakması halinde, bunun işlemden sonra mümkün olduğu kadar çabuk tamamen temizlenmesi zorunludur. Sıcak suda eriyen dekapan artıkları, sıcak suya daldırılmak ve gereğinde de biraz çalkalanmak suretiyle yok edilir. Bu artıkların temizlenme kolaylığı birçok değişkene bağlıdır. Yetersiz dekapan, fazla ısıtma ve uzatılmış sert lehimleme süresi hep birlikte dekapan artıklarının metal oksitleriyle aşırı doymuşluğunu mucip olurlar ve artıkların temizlenmesini zorlaştırırlar. Temizleme, parçalara zarar vermeyecek gibi solidusun yeterince altında bir sıcaklıktan soğuk suya daldırmak suretiyle kolaylaştırılır. Ancak yüksek sıcaklık alanında soğumanın çok hızlı olması halinde, birleştirmede mikro-çatlak meydana gelebilir. Özellikle parçaların sonradan almaşık gerilmelere tâbi olmaları halinde bu yönde alınacak önlemler önemli olmaktadır, inatçı durumlarda uygun bir sıcak asit eriyikinin, ezcümlerle %10 sülfürik asit veya %5-10 fosforik asidinin kullanılması gerekli olabilir. Baku- veya gümüş içeren ilâve veya ana metallerle nitrik asit kullanılmayacaktır. Bu kimyasal muameleden sonra parçalar akar suda iyice yıkanıp kurutulacaktır.

Alüminyum gibi bazı malzemelerin sert lehimlenmesinde kullanılan dekapanlar suda kolayca erimezler. Bunlar önce çok sıcak suda (80-85°C) çalkalanıp sonra ya bir alkali eriyiki ya da nitrik asit, flüorhidrik asit inhibitörüne veya her iki asidin bir birleşimine batırılacak ve yine akar suda iyice yıkanacaktır.

### ***Oksidin temizlenmesi***

Sert lehimleme sıcaklıkları, dekapan veya atmosferle korunmamış yüzeylerde oksitlenme ya da renk atma hasıl edecek kadar yüksektir. Bu yüzeylerin sert lehimleme öncesi koşullarına iadesinin gerektiği hallerde ya bir kimyasal banyoya batırılıp sonradan suyla yıkanır, ya da tel fırça ve püskürtme gibi mekanik temizleme yollarına başvurulur.

### ***İlâve metalden koruyucu malzemelerin temizlenmesi***

Bazı sert lehimleme uygulamalarında ilâve metalin, ıslatmasının istenmediği yerlere akmasını önlemek üzere koruyucu malzemeler kullanılır. Bunların çoğu ya "ayrılan", ya da "yüzey reaksiyonu" tipinden olur. tiki mekanik olarak fırçalama, hava veya su püskürtme ile kolayca kalkar. Yüzey reaksiyonu tipi ise sıcak nitrik-hidroflüorik asit karışımı dekapajıyla temizlenir. Asitlerden daha yavaş tesir etmesine rağmen sıcak, kuvvetli sodyum hidroksit veya amonium biflüorürü eriyikleri de kullanılabilir. Yukarda söylendiği gibi İlâve ve ana metallerin bakır veya gümüş içermeleri halinde nitrik asitten kaçınılacak ve tüm kimyasal maddeler itina ile suda yıkanacaktır.