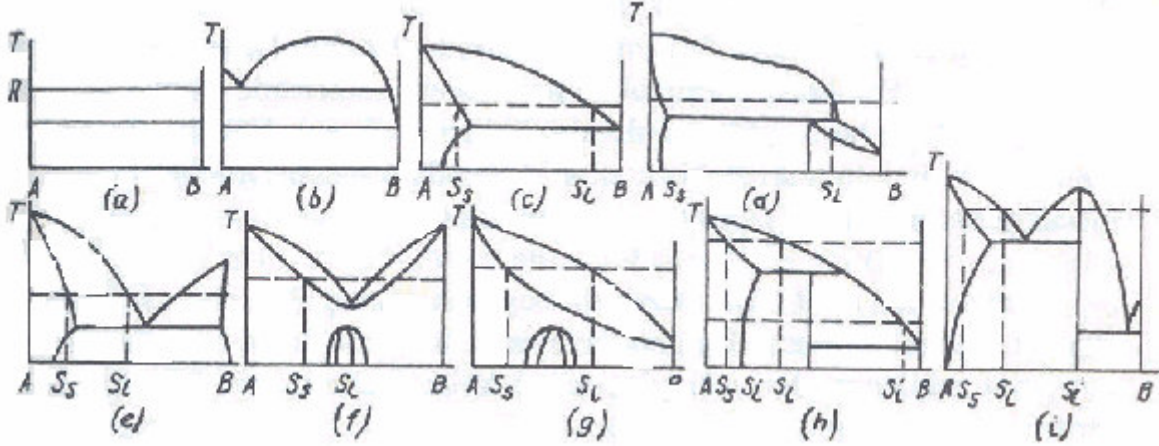


IV - ANA METALLE İLÂVE SERTLEHİM (LEHİM) METALİNİN UYGUNLUĞU



Şek. 69.- İkili yapısal diyagram tipleri

Sert lehim ve lehimde ana metal-ilâve sert lehim (lehim) metalinin uygunluğu başlıca bunların fiziksel ve kimyasal karşılıklı etkilerinin tabiatıyla saptanır; bu tabiat da, bunların kimyasal bağlantılarına tâbidir. Böyle bir karşılıklı etkinin derecesi, bunların denge diyagramlarıyla koşullandırılmıştır.

A ve B elementleri arasında sıvı ve katı halde karşılıklı kimyasal etki derecesi ele alındığında ikili alaşımların basit sistemleri, A ve B arasında artan kimyasal bağlantı derecesine göre tertiplenebilir (şek.69). Bu yapısal diyagramlar alaşımların faz bileşimi ile dengede dengede alaşım fazlarının bileşimini karakterize eder.

Bununla birlikte termodinamik olarak dengede olmayan sistemlerin bir stabil ya da metastabil dengeye meyletmeleri dolayısıyla yapısal diyagramlar, sert lehimleme (lehimleme) ve birleşmenin çalışması sırasında ana metalle ergimiş ilâve metalin yüzey arasında fiziksel ve kimyasal temas olayının gelişmesinde eğilimi tahmin etme olanağını verir.

A ve B elementleri arasında hiçbir kimyasal bağlantı yoksa bunlar, ister katı ister sıvı halde olsun, alaşım halinde bileşmezler (şek.69a).

Kimyasal bağları artarak kuvvetlendikçe bunlar sırasıyla, kısmî sıvı (şek.69b), ya tam sıvı ve kısmî katı (şek.69c, d, e, h, i), ya da tam katı eriyikler teşkil ederler (şek.69 f, g). Daha yüksek A - B bağ kuvvetleriyle elementler, uyumsuz, yani ayrışma ile, ergiyen kimyasal bileşimler ya da uyumlu, yani ayrışmasız, ergiyen kimyasal olarak daha stabil bileşimler teşkil edebilirler.

A ana metal ile B ilâve metal arasında uygunluğun başlıca karakteristiği ilâve metalin ıslatabilme, yayılabilme, birleşme yerini doldurma kabiliyeti, ana metalin kimyasal erozyonu, sert lehimlenmiş (lehimlenmiş) birleşme yeri ile ana metal arasında yüzey arasında kimyasal bileşimler ara tabakasının oluşması, birleşme yerinde gözenekliliğin gelişmesi, ana metal

üzerine ergimiş ilâve metalin gevrekleştirici etkisi ve yine birleşme yerinin sert lehim (lehim) için çözülme sıcaklığıdır. Bütün bu karakteristikler A ana metali ile B ilâve metali için denge diyagramı tipine bağlıdır.

A ile B arasında fiziksel ve kimyasal karşılıklı etki olmadan ilâve metalin ısılatma, yayılma ve aralık içine akması, tabiat itibariyle yapışma türünden olup sıcaklık azaldığında geri dönüşlü hale gelir. A ile B arasında böyle bir karşılıklı etki ile ne bunların temas reaksiyonu ergimesi, ne de A 'nın, ergimiş B ile (yani ilâve metalle) temasında katı-sıvı ergimesi mümkün olur. Bu nedenle aralık içine aktığında, sıvı faz bileşimi değişmeden kalır, sert lehim çözme sıcaklığı, B ilâve metalin ergime noktasına eşit olur; ne A metali üzerinde kimyasal erozyon gelişir, ne de A metali filmin altında yerel olarak ergidiğinde oksit filminin dağılması mümkün olur. Bahis konusu durumda B metali, A için bir ilâve metal olacak yerde sadece bir yapıştırıcı metal olarak kalır.

A ana metal ve B ilâve metalden meydana gelmiş sistemin bir monoötektik (tek bir ötektikli) yapısal diyagramla temsil edilmesi halinde bunların fiziksel ve kimyasal etkileşim derecesi yine zayıf kalır. Birleşmenin bileşimi başlıca, sert lehimleme (lehimleme) sıcaklığında ana metalin ergimiş ilâve metal içindeki S ; eriyebilme kabiliyeti tarafından tespit edilir. Böyle bir etkileşimle birleşme, mekanik nitelikleri açısından B ilâve metalinkilerle yüzey arası üstünde ana metalle kaynaşmasına bağlıdır.

Küçük S_1 'de, A 'nın ergimiş B ile teması sonucu katı-sıvı temas reaksiyonu ergimesi, oksit filminin aklında vaki olmayabilir ve bu oksit film kaplaması ana metal yüzeyinden tamamen yok edilmeden hiçbir sert lehimleme (lehimleme) mümkün olamaz.

Birleştirmenin güçlendirilmesi için A - B etkileşiminin B ilâve metale bir C komponentinin eklenmesi suretiyle uyarılması gerekir şöyle ki bu komponent B ve A ile bileşip kısmî ya da tam bir katı eriyik oluşturur; böylece de A 'nın $B+C$ ilâve metali içinde sert lehimleme (lehimleme) sıcaklığında ciddi şekilde artmış bir S_1 erimesi vaki olur.

İlâve metalin C alaşım elementinin A ana metalle kimyasal birleşmeler hasil etmek üzere bileşebilmesi halinde bu C uyarıcı komponent miktarının, birleşme-ana metal yüzey arasında gevrek metaller arası ara tabakalar teşkilinin mümkün olduğu bir üst kritik miktarı aşmaması gerekir.

A 'nın B içinde sıvı ve katı halde kısmî eriyebilmenin bütün durumlarında, A 'nın B ergimiş ilâve metal tarafından ısılatılması, yapışıcı ve geri dönüşsüzdür. Genel kimyasal erozyon derecesi, sert lehim (lehim) sıcaklığında A 'nın B içinde S , eriyebilme kabiliyetiyle orantılıdır. Sıcaklık artırıldığında, A 'nın genel kimyasal erozyon derecesi, kristaller arası erozyon derecesine eşit olur ya da bunu geçer.

Bahis konusu S , eriyebilme kabiliyetinin çok az olması halinde hasıl olan birleşikler çatlak korozyonuna eğilimli olup bunun nedeni birleşmenin ana metalle zayıf etkileşimidir.

Ergimiş B ilâve metalle temasta bulunan katı A ana metalin üzerindeki oksit filminin dağılması yine S , e, ya da A ötektik sıcaklığına yakın bir sıcaklıkta bulunan katı B ilâve metaliyle temas ettiği zaman ötekiğin içerdiği A miktarına bağlıdır; A içeriği ne kadar fazla olursa, kısmî ergime ve oksit filminin dağılma süreci o denli şiddetli olur. Herhangi bir ana metal-ilâve metal diyagram tipi ve A 'nın B ergimiş ilâve metal içinde yeterli derecede yüksek S ; erime kabiliyeti ile, A metalinin bir oksitleyici olmayan atmosfer altında dekapansız sert lehim (lehim) mümkün olur: oksit filminin altında A metalinin, bu filmin süreksizlik noktalarından başlayıp filmin dağılması sonucu vaki olan temas katı-sıvı ergimesi sayesinde sert lehimleme (lehimleme) gerçekleşir. Bununla birlikte ötekiğin A ana metalden yana fakir olması halinde oksit filmi, ötektik sıcaklığında çok az dağılır; buna temas reaksiyonu ergimesinin yavaş gelişmesi neden olur.

A metalinin tane sınırları boyunca katı-sıvı temas ergimesi ve kristaller arası erozyonun gelişmesi genellikle ana metalin ergimiş B ilâve metali içinde düşük erime kabiliyeti halinde vaki olur. Bu kabiliyetin sert lehimleme (lehimleme) sıcaklığında yeterince yüksek olması halinde genel kimyasal erozyon A içinde gelişir. Bunun nedeni, ana metalin katı-sıvı temas ergimesi sürecinin başlıca tane sınırları boyunca ve kusurların kümелendiği noktalarda vaki olmasıdır. A 'nın ergimiş B içinde S erime kabiliyeti artınca, kristaller arası kimyasal erozyon alanları genişler. S /in , alan genişliğinin tane çapının yansına eşit ya da bundan büyük olduğu bir özgül düzeyinden başlayarak kristaller arası erozyon genelleşir.

Ergimiş B ilâve metalle temasta bulunan A ana metalin genel kimyasal erozyon gelişmesini engellemek üzere, B 'nin ergime noktası buna uygun ilâvelerle düşürülür; bu ilâveler B ile bileşip nispeten alçak ergime dereceli ve sert lehimleme (lehimleme) sıcaklığında A ana metalin, içinde daha düşük ergime kabiliyetli ötektik hasıl ederler. İlâve metalin erozyon meydana getirmesini azaltmanın bir başka yolu da onu ana metalle, bu sonuncusunun sert lehimleme (lehimleme) sıcaklığında B içinde erime kabiliyetine yakın miktarlarda alaşımlandırmaktır. Kristaller arası erozyonu önlemek için ilâve metaller, A ana metalle geniş katı eriyikler dizisi teşkil edebilen elementlerle alaşımlandırılabilir.

B 'nin A içinde yeterince geniş bir katı eriyikler dizisiyle başlayarak difüzyon serilenimi mümkün olup bu, daha sonra sert lehim sökme sıcaklığının iyice yükselmesini mucip olur. A ile B bir ötektik teşkil edecek olurlarsa, sert lehim sökme (ergitme) sıcaklığı B 'nin ergime noktasının altında olabilir.

Keza A - B diyagramı tipine bağlı olarak, sert lehimleme (lehimleme) sıcaklığında çekme gerilmeleri altında ilâve metal tarafından hasıl edilen gevrekleşme zikredilir. A 'nın B

içinde erime kabiliyeti ne kadar düşük olursa, gevrekleştirici etki o kadar fazla olur. *B*'nin *A* içinde yüksek erime kabiliyeti halinde, ergimiş *B* ilâve metalle temasta *A*'nın hiç gevrekleşmediği gözlenmiştir.

Katılaşmada birleşmenin lineer çekmesi, ilk yaklaşıklıkla, onun katılaşma bölgesinin genişliği ile orantılıdır. Bu itibarla sert lehimlenmiş (lehimlenmiş) ürünlerde kesin boyutlar sağlamak için, birleşmenin çekmesi asgarî olmalıdır.

Alaşımın katılaşma alanı arttıkça (azalmış vakum sızdırmazlığında hasıl olan) birleşme içinde çekme gözenekliliği daha çok gelişme istidadında olur ve ergiyik daha geniş dik ve meyilli aralıklarda yapışır. Birleşmenin dar katılaşma alanında, ergiyikin dışarı akmasını önlemek üzere aralıklar yeterince dar olmalıdırlar.

A-B diyagramında kısmî katı eriyik bölgelerinin bulunması, sert lehimlenmiş (lehimlenmiş) birleştirilmiş parçaların soğutulması ve birleşme içinde dendritik ayrılıp toplanmalar (segregasyon) in gelişmesi üzerine bir dengesiz ötektik ara tabakanın oluşmasını hasıl eder ki bu ara tabakalar, sert lehimlenmiş ürünün engellenmiş ısıl büzülmesinden hasıl olan dış çekme gerilmeleri nedeniyle, soğuma çatlakları arz edebilirler.

A metali, *A~B* diyagramı ötektik tipinden olacak şekilde *B* ilâve metali ile; ve *A-C* diyagramı yine ötektik tipinde olmak üzere bir *C* komponentini içeren bir *B* ilâve metal alaşımıyla sert lehimlenip ötektiğin *A* içeriği ya da *S_i* düzeninin yüksek olması halinde, ana metalin *B* ergimiş ilâve metal içinde aşırı kimyasal erozyona uğraması nedeniyle, aralık aniden genişler ve ergiyik buradan dışarı akar. Bunun sonucunda nüfuziyet tam olmaz.

Kısmi ya da tam katı eriyikler hasıl edebilen *A* ve *B* metalleri durumunda, ilave metal, yine katı eriyikler hasıl etmek üzere *A* ile bileşecek başka komponentlerle alaşımlandırılarak birleşme kuvvetlendirilebilir. Bu alaşımlama, ilave metal alaşımını oluşturan katı eriyikler alanında yapılır. Sert lehimlenmiş birleşme, ilave metali yüksek ergime noktalı elementlerle alaşımlandırarak en etkin şekilde kuvvetlendirilir; bu elementler, birleşme içinde kimyasal birleşimler meydana getirirler ve bu kimyasal birleşimlerin primer kristalleri genellikle birleşme dokusu üzerinde ince uniform olarak dağılmış halde bulunurlar.

Metallerin ısıl ve elektriksel iletkenliklerinin, katı eriyikler hasıl etmek üzere bunlarla bileşen komponentlerin ilâvesiyle azaldığı bilinir. Alaşımların bu karakteristikleri, bu tür elementlerin katı eriyiklerden çıkartılmalarıyla gerçekten ıslah edilir. Bu itibarla, ince dağılmış kimyasal birleşmeler teşkil etmek üzere katı eriyiki oluşturan elementlerle bileşecek komponentlerle ilâve metalin alaşımlandırılması, katı eriyiki fakirleştirmek suretiyle sert lehimlenmiş (lehimlenmiş) bağlantının ısıl ve elektriksel iletkenliğini artırmaya yardımcı olur.

A ana metalle B ilâve metalin, bunlar sürekli bir katı eriyikler dizisi oluşturduklarında, uygunluklarına zarar verilmesinin nedeni, düşük süneklikli fazlar alanı yoğunlaşmasının varlığı olabilir ki bunun sonucunda da birleşme gevrekleşir (şek.69 f, g). Bu durumla birleşmenin gevrekleşmesini önlemek üzere birleştirilen parçalar sert lehimleme (lehimleme) den hemen sonra hızla soğutulmalıdır; ancak bu her zaman mümkün olmadığından ilâve metalin katı eriyiki stabilize eden elementlerle alaşımlandırılması yoluna gidilir.

Bazı kez, bir çapraşık (kompleks) ilâve metal alaşımının bir komponentinin buhar basıncı çok önemli olur; özellikle dekapansız sert lehimlemede ve difüzyon sert lehimlemede oksit filminin parçalanmasının gerektiği durumlarda bu önem kendini belli eder. Bu amaçla ilâve metal, uçucu komponente az kimyasal eğilimi olan elementlerle alaşımlandırılır ve bunlar uçucu komponentin buharlaşmasını önlemezler. Bu itibarla ilâve metal tercihen uçucu komponentlerle alaşımlandırılacak olup bu sonuncuların ana metal ve ilâve metalle etkileşimleri, örneğin bir tek ötektikli yapı diyagramı tipiyle temsil edildiğinde olduğu gibi zayıf olacaktır.

A alaşımlarının şek. 69'daki (i) ve (h) tipinde bir yapısal diyagramla karakterize olmaları halinde, A - ergimiş B yüzey arasında bir kimyasal birleşme ara tabakası oluşabilir; bu da, kaide olarak, sert lehimlenmiş birleşmenin gevrekleşmesi ve mukavemet kaybına götürür. En yüksek ilâve metal içerikli kimyasal birleşme burada ilk önce teşekkül eder.

Kimyasal birleşme ara tabakasının oluşma derecesi, yüzey arasında bunun uyarma enerjisi ile sıcaklığına bağlıdır. Temas süresinin yeterince kısa ve sert lehimleme sıcaklığında uyarma enerjisi yüksek olduğundan, bu kimyasal birleşme ara tabakası teşekkül etmeyebilir ve birleşmenin katılaşması ya da çalışması sırasında gelişebilir.

A ana metalle B ergimiş ilâve metalin yüzey arasında teşekkül eden A_xB_y kimyasal birleşme ara tabakası genellikle A ile B arasındaki difüzyon sürecini geciktirir ve bunun sonucunda, difüzyon sert lehimlemesi süreci olduğu gibi A ana metalin kimyasal erozyon süreci de engellenmiş olur. Bu durumda, A ve B atomlarının difüzyonunda dengeden yoksun olması itibarıyla kimyasal birleşme ara tabakasında difüzyon gözenekliliğinin gelişmesi olasıdır.

Böyle bir gözenekliliği önlemek üzere difüzyon sert lehimlemesi, bahis konusu kimyasal birleşmenin ayrışma sıcaklığı alanına yakın ya da bunun üstünde bir sıcaklıkta uygulanacaktır. A - ergimiş B yüzey aralığında kimyasal birleşme teşekkülü sıcaklık aralığı içinde ve böylece oluşmuş ara tabakalarda çatlakların yokluğu halinde A, ergimiş B ilâve metalle temasta gevrekleşmeyecektir. A ile B'nin bir ötektik oluşturmaları durumunda temas reaksiyonu sert lehimlemesi mümkün olur şöyle ki ergimiş B ilâve metal akış çizgisinin önünde ilerleyen ve akışını teşvik eden sıvı ötektiğin bir "hale-ayla" si teşekkül eder.

Pratikte, bakırın kalayla, titaniumun alüminyumla... birleştirilmesi gibi saf metallerin bir saf ilâve metalle sert lehimlenmesi (lehimlenmesi) nadirdir. Genel olarak, imalâtta kullanılan malzemeler, bunların özgül niteliklerini belirleyen elementlerle alaşımlandırılmışlardır. Böyle bir alaşımın bir ilâve malzemeyle katı-sıvı temas ergimesinde alaşım elementlerinden bazıları, ergimiş ilâve malzemeye geçebilir. Bunun yanı sıra, ilâve metal de, özgül niteliklere sahip olması ya da ana metalle uygunluğunun artırılması için alaşımlandırılır.

Bazı elementler, korozyon mukavemetini artırmak için ilâve metale ithal edilir, alüminyum ilâve metala manganez, nikel ilâve metala krom... gibi. Dekapansız olarak kullanılabilmesi için bakır ilâve metaller fosfor, lithium, bor ve nikelle; gümüş ilâve metaller de lithium, bor vb. elementlerle alaşımlandırılır; bu elementler alçak sıcaklıkta ergiyen oksitler meydana getirirler. Bu gibi oksitlerin ergiyikleri ergimiş ilâve malzemeyle ana metali kaplar ve böylece bunları atmosfer oksijeninden korur.

Kalaya eklenen kurşun, Cu_5Sn_6 kimyasal birleşim ara tabakasının oluşmasında hızlandırma dönemini aniden artırır, bu tabakanın gelişmesini engeller ve %60-70 Pb den başlamak üzere, bunun oluşmasını tümünden önler (şek.70a). Kritik kurşun içerik oranı, lehimleme süre ve sıcaklığına bağlıdır.

Cu_5Sn_6 'nın ergimiş kalay ilâve metali ile bakırın yüzey arasında gelişmesini, kalayı "sulandırarak" önleyin bir başka element de bismüt olabilir (şek.70b). Sn-Bi ilâve metalinin bismüt içeriğinin metaller arası ara tabakanın kalınlığı üzerinde hasıl ettiği etkiye dair veriler, bakırın (grade M1), ergimiş ilâve metalin V_m hacminin bunların S temas alanına oranının 0,16 mm olması halinde ($V_m/S = 0,16$) elde edilmiştir.

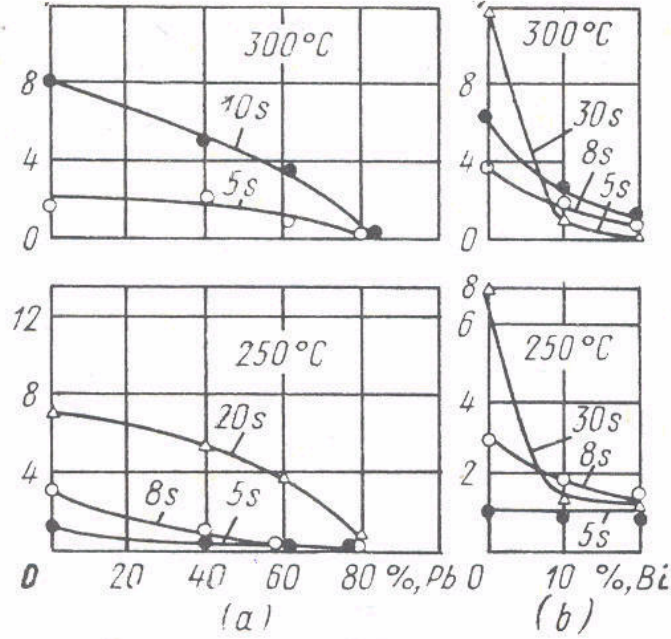
Kalayı kurşun yerine bismüt ile alaşımlandırmak daha verimli olmaktadır: kalaya % 10 bismüt ilâvesi, Cu_5Sn_6 ara tabakasının, 30 saniye süreyle $250^\circ C$ 'ta lehimlemeden sonra 0,5 - 2μ kalınlığa indirilmesini mümkün kılar. O ise ki aynı oranda kurşun içeriği ve aynı lehimleme koşullarıyla bu kalınlık 7μ 'u aşmaktadır.

Ara tabakanın kalınlığının, sert lehimlenmiş ve lehimlenmiş birleştirmelerin makaslama - yırtılma mukavemeti üzerinde büyük etkisi vardır. M1 bakır birleştirmelerinden $280^\circ C$ 'ta kalayla lehimlenip 2μ kalınlıkta ara tabakalı olanları $4,5 \text{ kg/mm}^2$ lik bir makaslama mukavemeti arz etmişken aynı birleştirmelerin 7μ kalınlıkta ara tabakayı haiz olanlarında bu mukavemet $3,4 \text{ kg/mm}^2$ olmuştur (şek.71).

Sert lehimleme ve lehimlemede metaller arası ara tabakalarının teşekkül ve gelişmesi daha kesin olarak ilâve metal, ana metal - ilâve metal yüzey arasından yeterince ince bir kimyasal birleşme hasıl eden bir D elementleriyle alaşımlandırılarak elde edilir şöyle ki bu ara tabaka bunların temas ve etkileşimlerini, sert lehimlenmiş (lehimlenmiş) bağlantının mekanik

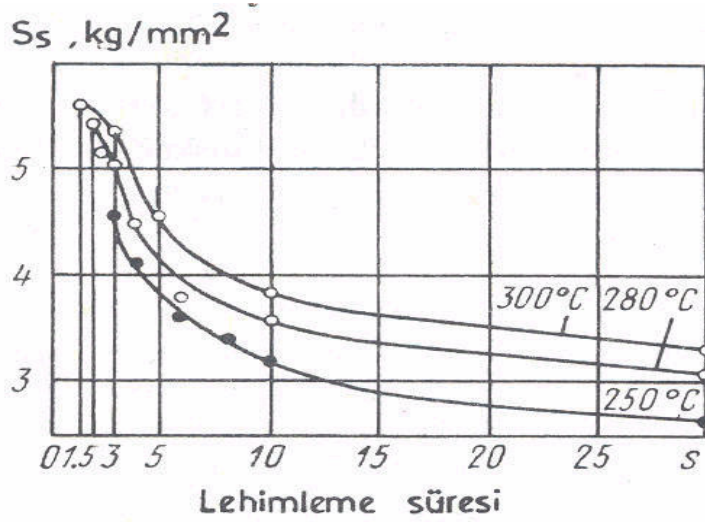
özelliklerini ciddi şekilde azaltmadan, bozar. Böyle bir ara tabaka, *D* elementinin ana metale, *B* ilâve metalinkinden daha büyük bir kimyasal eğilimi olması koşulunda oluşabilir.

D alaşım elementinin oranı, metalik "engel" ara tabakanın, sert lehimlenmiş (lehimlenmiş) bağlantının makaslama mukavemetini azaltmadan *A* ile *B*'nin birbirleriyle temasa gelmelerini önleyecek kalınlıkta olmasını sağlayacak düzeyde olacaktır.



Şek. 70.- Bakırın lehimlenmesinde Cu_5Sn_6 kimyasal birleşim ara tabakasının δ kalınlığı üzerinde kalaya kurşun (a) ve bismüt (b) ilavelerinin etkisi

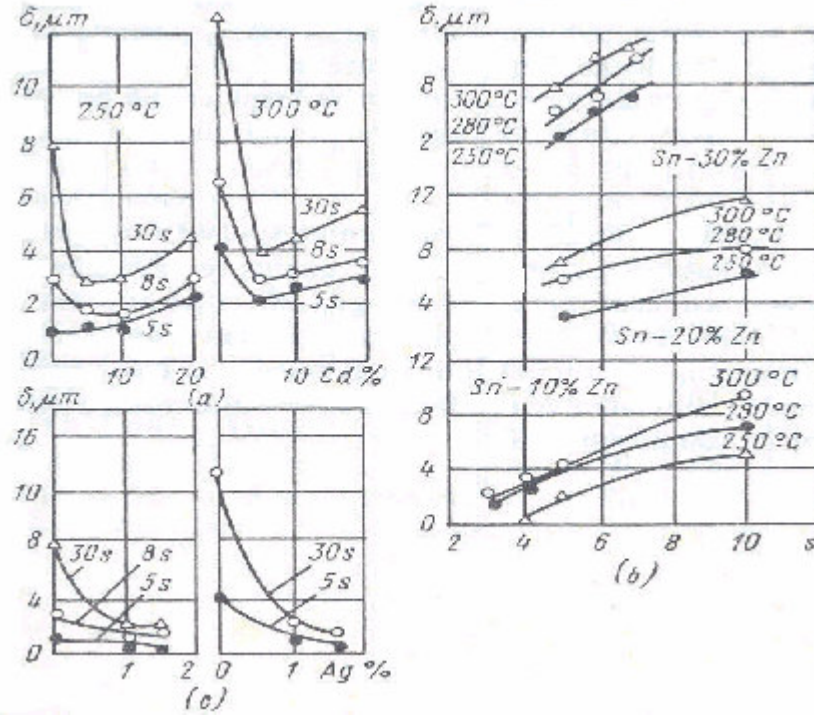
İlave metalde böyle bir alaşım elementinin oranı artırılacak olursa, metalik "engel" ara tabaka gelişecek ve sert lehimlenmiş (lehimlenmiş) bağlantının mekanik nitelikleri bundan zarar görebilecektir. Bakır-ergimiş kalay yüzey arasında ara tabakanın gelişmesinin benzer bir etkisi de kadmiumla hasıl edilebilir. Kadmium, kalay ve bakırla bileşip sırasıyla bir ötektik ve kimyasal bileşimler oluşturur. Bir kalay ilave metale %5-10 Cd eklenmesiyle ($V_m/S = 0,16$), ara tabakanın kalınlığı, lehimlemenin 5-8 saniyede ve 250°C'ta (şek.72a) yapılması halinde 1-1,7 μ 'u geçmez.



Şek. 71.- Kalayla lehimlemeden sonra M1/bakır birleşme ara yüzeyinde oluşan ra tabaka kimyasal birleşimin, lehimlenmiş bağlantının makaslama mukavemeti üzerindeki etkisi (beş numuneden üçünün ortalaması, bindirme uzunluğu 3 mm).

X12CrNi189 paslanmaz çeliği ile ergimiş alüminyumun yüzey arasında θ ($FeAl_3$) fazı metaller arası ara tabaksının gelişmesi, aynı şekilde silisyum ilavesiyle etkilenir. Silisyum alüminyum ve demirle bileşerek sırasıyla bir ötektik ve bir kimyasal birleşme hasil eder.

X12CrNi189 çeliğinin silumin ($Al, \%12Si$) ile sert lehimlenmiş bağlantıları içinde metaller arası ara tabakanın faz bileşiminin X ışınıyla araştırılması, birleşmede silisyum içeren bir yeni fazın varlığını doğrulamıştır.



Şek. 72.- Temas süresinin fonksiyonu olarak ve kalay lehiminin (a) kadmium, (b) çinko ve (c) gümüş içermesi hallerinde M1 bakırının lehim birleşmesinin metallar arası ara tabakasının δ kalınlığının değişmesi.

İlave metali, ondan daha büyük ilave metale eğilimi olup da yeterince ince bir “engel” metalik tabakası oluşturmayan elementlerle alaşımlandırmak sadece metallar arası ara tabakanın gelişme temposunu artırır

Alaşım elementinin, ana metalle ilâve metal esasının hasil ettikleri kimyasal birleşimlere dayanan katı eriyikler teşkil edebilmesi halinde, ana metal ya da ilâve metal atomlarını geçirgenliği ve engel tabakanın kalınlığı artabilir.

Bakırın kalayla lehimlenmesinde çinko buna benzer rol oynar: o, bakır ve kalayla bileşerek sırasıyla engel metalik tabakayla bir ötektik hasil eder Şek. 72b, Sn-Zn ilâve metalinin Zn içeriğinin ve lehimleme koşullarının (V_m/S - 0,16 mm) fonksiyonu olarak kimyasal birleşik ara tabakanın kalınlığını verir.

İlave metali, onunla kimyasal olarak etkileşimde bulunmakla birlikte kimyasal birleşikler teşkil etmek üzere ana metalle bileşmeyen elementlerle alaşımlandırma, ana metal, ergimiş ilâve metal yüzey arasında metallar arası ara tabakanın gelişmesinde keskin bir düşüşe neden olur. Bakırın kalayla lehimlenmesinde böyle bir alaşım elementinin bir karakteristik örneği

gümüştür. Kalaya, %1-1,5 Ag ilâvesi ara tabaka kalınlığında belirgin bir azalma hasil eder (şek.72c).

X12CrNi89 çeliği ile ergimiş alüminyum arasındaki ara yüzeyde ϵ fazının metaller arası ara tabakasının gelişmesi üzerinde gümüş ve bakır ilâvelerinin hasil ettikleri etkinin araştırmalarının gösterdiği gibi, metaller arası ara tabakalara kalınlıkları daha çok bu elementlerin alçak oranlarında maksimuma varmaktadır, Böyle bir maksimumun, ϵ fazı içinde erimiş gümüş ya da bakır atomlarının, bu ara tabakası arasında alüminyum ve demir atomlarının difüzyonu üzerinde etkileri tarafından saptandığı tahmin edilebilir.

Temas reaksiyon ergimesi hasil edilebilen elementlerin bazı terkipleri

A	B	Ötektikde A içeriği,%	Ötektik'in erg sıcaklığı, °C	Ötektik'in süneklığı	A	B	Ötektikde A içeriği,%	Ötektik'in erg sıcaklığı, °C	Ötektik'in süneklığı
Ag	Al	29,5	556	Az	Cu	Ti	72	880	Az
Ag	Cu	71,9	779	Yüksek	Cu	Zr	54	885	Az
Ag	Ge	81	651	Az	Fe	Ti	32	1.085	Az
Ag	Si	95,5	830	Yüksek	Fe	Zr	16	934	Az
Al	Cu	67	548	Az	Ge	Ni	66,8	775	Az
Al	Ge	46,5	424	Az	Mn	Ni	60,5	1.018	Yüksek
Al	Mg	32,3	427	Az	Mn	Ti	43,5	1.175	Az
Al	Si	88,3	577	Yüksek	Nb	Ti	51,6	1.175	Yüksek
Al	Zn	5	382	Yüksek	Ni	Pd	40	1.237	Yüksek
Au	Ge	88	357	Yüksek	Ni	Si	88,5	1.125	Az
Au	Sb	75	360	Az	Ni	Zr	17	961	Az
Au	Si	94	370	Yüksek	Ti	Ni	87	955	Az
Co	Ti	28	1.025	Az	Co	Zr	88	1.460	Az
Cu	Ge	60	640	Az	Au	Ni	75	95	Yüksek
Cu	Mn	65	870	Yüksek	Au	Cu	65,5	889	Yüksek

