

VII. SERT LEHİMLEME (LEHİMLEME) TEKNİKLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

SINIFLANDIRMA

Bir süreç olarak sert lehimleme veya lehimleme aşağıdaki temel faktörler tarafından saptanır: fiziksel-sıcaklık, basınç; fiziksel ve kimyasal-bir ilave metal ve dekapanın varlığı, ana ve ilave metaller arasında etkileşimin tabiatı, birleşmenin katılma şekli; tasarım-aralık miktarı ve bindirme uzunluğu; uygulama-ısıtmanın şekil yöntemi, çalışma şekli, ilave metalin aralığa yerleştirme yolu.

Çalışma sıcaklığının 450°C'ı aştığı sert lehimle bu sıcaklığın 450°C'ın altında olduğu lehim (yumuşak lehim) birbirinden tefrik edilir.

Yakın zamanlara kadar basınç nadir olarak, sert lehim ve lehime uygulanmış bir süreç parametresi olmuştur. Bunlar başlıca bir sabit aralık birleştirme tekniği olmuşlardır. Bununla birlikte, depressant'ların (ergime noktasını düşüren bileşenlerin) ilâve metalden ana metale ve bu sonuncusundan alaşım elementlerinin birleşmeye karşılıklı difüzyonu yoluyla sert lehimlenmiş ve lehimlenmiş birleşmelerin mukavemetinin artırılması olanağı ve difüzyon bağlantısının süresinin kısaltılması ihtiyacı, ana metali ıslattıktan sonra ilâve metalin önemli bir bölümünün aralık dışına atılması gereğini ortaya çıkarmış olup böylece basınçlı sert lehimleme ve lehimleme yöntemleri doğmuştur.

İlave metal de önceden hazır olduğu gibi sert lehimleme (lehimleme) sırasında temas reaksiyonu ya da katı-gaz temas ergimesi veya dekapan komponentlerince metallerin redüklenmesiyle oluşabilir. Bu itibarla hazır ilâve metalin kullanılıp kullanılmadığına göre de sert lehimleme ve lehimleme tekniklerini ayırmak gereği ortaya çıkmıştır.

Oksit filmlerinin ana ve ilâve metal yüzeyinden temizlenmesi (bunların temas haline gelebilmelerinin vazgeçilmez koşulu), bir sert lehim veya lehim dekapanı kullanarak veya bunsuz sağlanabilir. Son yarım yüzyılda birleşmelerin korozyona mukavemet talepleriyle süreç içinde işlem sayısını azaltma kaygısı, dekapansız tekniklerin daha geniş ölçüde kullanılmasını gerekli kılmıştır.

Sert lehimleme ve lehimleme genellikle, birleştirilecek parçalar arasında bir kapiler aralığın bulunduğu hallerde bir birleştirme tekniği olarak çok kullanılmıştır. Burada ilâve metal doğal olarak aralığı kapiler çekme ile dolduracaktır.

Geniş ince cidarlı birleşmelerde uniform kapiler aralığının sağlanmasının güçlüğü nedeniyle bunlarda nüfuziyet noksanı, ilâve metalin azalmış kapiler yükselmesi vb. kusurlara rastlanmış olup bu olgu sert lehim kaynağı yöntemini geliştirilmiştir. Sert lehim kaynağının yeni teknikleri ana metale uygulanan çekim kuvvetini, aralık içinde bir negatif basıncı, magnetik ve elektromagnetik kuvvetleri vb. dizginleyerek ergimiş ilâve metalin kapiler olmayan bir aralık içinde yükselmesini sağlamaktadır.

Kapiler olmayan aralıklarda kompozit, özgül olarak sinterlenmiş ilâve metal alaşımları kullanılmıştır. Bu tür ilâve metallerin çok zayıf yayılabilme kabiliyeti nedeniyle bunlar aralık içine önceden yerleştirilmekteler.

Sert lehimleme ve lehimleme yöntemleri, kullanılan ısı menbalarına göre de değişirler. Son otuz yıl içinde ışık, lazer, kimyasal reaksiyon ısısı, kızıl deşarjda ion akışı, kırmızı ötesi (enfrazuj) radyasyon, elektron huzmesi gibi yeni ısı menbalarını kullanan teknikler gelişmiştir.

Isı menbana gelince, günümüzün sert lehimleme ve lehimleme teknikleri başlıca, tam ısıtmayla konveksiyon ısıl enerjisi ithaline ya da kondüksiyon veya radyasyon yoluyla ısı uygulama temas yöntemlerine dayanmaktadırlar. Bu sonuncusunda yerel ısıtma çoğunluktadır.

Sert lehimleme ve lehimleme yöntemlerinin terkibi, özellikle bir belli grup içinde, birçok durumda yeni radikal tekniklerin doğmasını mucip olmaktadır. Örneğin abrazif ve ultrasonik teknikler, abrazif-kavitasyon sert lehimleme ve lehimleme yeni ve etkin yönteminde birleşmiş olup bu sonuncusunda oksit filmi, bir ultrason alanında hareket eden abrazif zerrelere tarafından temizlenir.

TEMAS REAKSİYON SERT LEHİMLEME VE LEHİMLEMESİ

İlave metalin, birleştirilen metallerin temas reaksiyonu ergimesinden ve aracı kaplamalardan oluşması halindeki kapiler sert lehimleme (lehimleme), temas reaksiyon sert lehimlemesi (lehimlemesi) adı alır. Temas reaksiyonu ergimesi sadece saf metaller arasında vaki olmaz. Bileşenlerinin ötektikli veya alçak ergime noktalı katı eriyikler meydana getirmeleri koşuluyla bu ergime metaller ve/veya alaşımlar arasında yüzey arasında olur.

Temas reaksiyonu ergimesinin özgül durumu itibariyle sert lehimleme sürecinin, birleştirmede her hangi bir hazır yapılmış ilave metale başvurmadan yürütülmesine imkan vermiştir. Oldukça yüksek oranda teşekkül etmiş ve birleştirilecek temiz temas yüzeyleri üzerinde aniden yayılıp bunları ıslatabilen sıvı faz, çok hızlı bir sert lehimleme sayıklına ve aralığın uygun şekilde doldurulmasına olanak vermektedir.

Bir ötektik oluşmuş olduğundan bunun yüksek yüzey aktivitesi, çok sayıda metal ve alaşımın, oksitleyici olmayan bir atmosferde, dekapansız sert lehimlenmesini mümkün kılmaktadır. Bazı durumlarda ötektik bileşimde hazır yapılmış ilâve metallerin, dekapansız olarak birleştirilen metal ve alaşımlar üzerindeki ıslatma etkisi daha düşüktür.

Dekapansız temas reaksiyonu sert lehimlemesi (lehimlemesi) sürecinin, ana metalin onunla reaksiyona girecek bir başka metal kaplamasıyla sandviçlenmiş olması halinde mümkün olabileceği düşünülmektedir; bu reaksiyon, oksit filminin süreksizlikleri arasından vaki olan temas reaksiyonu ergimesi ile olup oksit filmi, onun metal alt tabakasının ergimesi üzerine dağıtılmış olur.

Bir metal kaplaması reaksiyonunun örneğin ana metalle temas reaksiyonu ergimesinde, bu sonuncusu, sert lehimleme (lehimleme) sıcaklığında eriyebilme sınırına varana kadar ana metalle doymuş bir ötektik teşekkülüne gider. Bu nedenle, oluşmuş ötektikte ana metalin yüzdesi, sert lehimleme (lehimleme) sıcaklığında ana metalin ötektik içinde eriyebilme kabiliyeti, tatbik edilecek olan metalin vakumda buhar basıncı gibi faktörler, sert lehimlemede (lehimlemede) temas reaksiyonunun aktivasyonu İçin bir metal kaplamanın uygunluğunun değerlendirilmesinde birinci derecede önemlidir. Bahis konusu buhar basıncı, tatbik edilen metalin, ana metal yüzeyine, oksit filmi süreksizliklerinin arasından, taşınabilme kabiliyetini karakterize eder.

Ana metalden yana zengin ötektiklerin oluşması, sert lehimlenen (lehimlenen) yüzeye, ötektik sıcaklığının çok üstünde bir noktaya ısıtılmadan aktive olma olanağını sağlar.

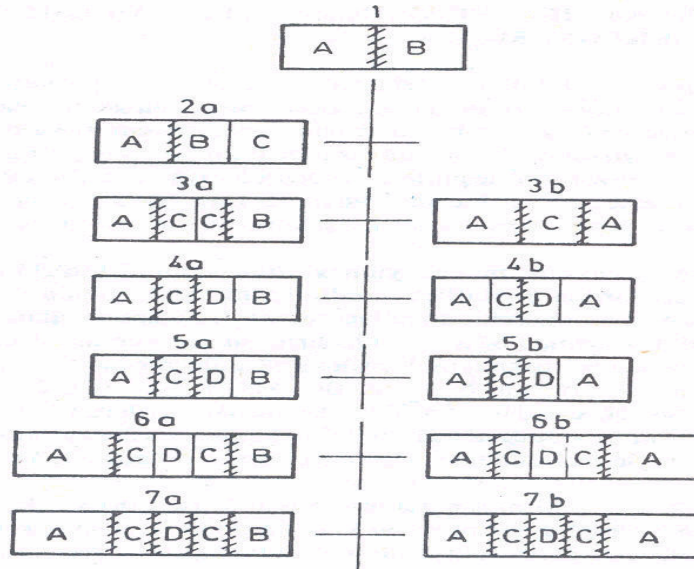
Alüminyum alaşımları üzerine yapılmış araştırmalar bunların oksit filminin altında ergimesinin ve bu filmin dağılmasının, ana metalle ötektik oluşturan herhangi bir elementle mümkün olmadığını göstermiştir. Buna sadece ona karşı yeterli bir kimyasal eğilimi olup iyice yüksek (ana metalinkine yakın olmayan) ergime noktalı, alüminyumdan yana zengin ötektikler oluşturan silisyum, bakır, magnezyum, gümüş gibi elentler uygundur.

Temas reaksiyonu ergimesi süreci, temas eden metallere birinin tamamen kullanılmasıyla biter. Böylece, birleştirilen eş metallere, sürecin ilerlemesi ve sıvı fazın miktarı, öbür metal veya alaşım ara tabakasının kalınlığını değiştirerek denetim altında tutulabilir. Böylece ana metalin yüksek derecede kimyasal erozyonu da kontrol edilmiş olmaktadır ki bu husus özellikle ince cidarlı konstrüksiyonlarda Önemlidir. Bu itibarla temas eden ara tabaka metalinin kalınlığı da, sıcaklık, süre ve basıncın yanı sıra, temas reaksiyonu sert lehimleme veya lehimleme sürecini kontrol eden bir başka faktör olmaktadır.

Temas reaksiyonu sert lehimlemesine (lehimlemesine) bu iki alternatifin, yani farklı metallere komponentlerinin veya, onunla temasta etkileşimde bulunup ergiyen bir metalle

sandviçlenmiş aynı metalin birleştirilmesinin yanı sıra bu tekniğin bir üçüncü varyantı ortaya çıkmıştır: bunda ana metal yerine sadece birbirleriyle temasta etkileşimde bulunup ergiyen farklı metallerle sandviçlenmiş parçaların birleştirilmesi bahis konusudur (şek.74, 4a, 4b). Bu durumda birleştirilecek parçalar metalinin hasıl olan sıvı faz tarafından ısıtılması görünürde doğruca temas reaksiyonu ergimesi sürecine dahil olaninkine nazaran daha az aktif olacaktır. Bu üçüncü alternatife bir örnek, manganez, bakır ve bazen de termovakum ve/veya elektrolitik kaplama tekniği ile kaplanmış nikel ara tabakalarından ibaret olan bir kompozit kaplamanın ayırdığı korozyona dayanıklı çelik parçaların birleştirilmesidir; bu ara tabakalar sadece birbirleriyle temasta etkileşip ergiyeceklerdir.

Ana metal yerine birbirleriyle temas reaksiyonuna giren temas metallereinden birkaç ara tabaka kullanımında bir önemli faktör, bunların ötektikte olduğu gibi olacak olan hacim oranlarıdır. Bu araçların yerleştirilmelerindeki sıra da önemlidir şöyle ki bunlardan birinin buhar basıncının, mevcut çevre koşullarına göre çok yüksek olması halinde (manganezde olduğu gibi), bu metalden ara tabaka, nispeten alçak buhar basınçlı bileşenlerin (bakır ve nikel) arasına yerleştirilecektir.



Şek. 74.- Temas reaksiyonu sert lehimlemesi ve lehimlemesi için birleştirilecek metallere ve temas ara elementlerinin tertibi uygulamaları.

- (1) Farklı A ve B metalleri arasında yüzey arasında;
- (2) birleştirilecek A ve B metalleri ve C temas ara elementi içinde bölümler;
- (3) birleştirilecek A ve B metalleri ve C ve D temas ara elementleri içinde bölümler.

Ana metalin, teşekkül etmiş sıvı faz içinde temas reaksiyon ergimesinin sonucu olarak, sıvı faz miktarı sadece ara temas tabakasının kalınlığının artmasıyla fakat ayrıca sert lehimleme (lehimleme) sıcaklığının yükselmesiyle de artar. Kimyal erozyon kabul edilebilir sınırları aşacağından aşırı ölçüde sıvı faz oluşmasını önlemek üzere işbu sıvı faz miktarı sıkı denetim altında tutulacaktır.

REAKTİF DEKAPAN SERT LEHİMLEMESİ VE LEHİMLEMESİ

İlave metalin, bir dekapanın metallerinin redüklenmesinden ya da onun bileşenlerinden birinin ayrışmasından meydana geldiği kapiler sert lehimleme veya lehimleme süreci, reaktif dekapan sert lehimlemesi ya da lehimlemesi adını alır. Burada ayrışmaya hazır kimyasal birleşimler içeren bir dekapan bahis konusudur. Bu tür kimyasal birleşimlerin uçucu olmayan metalik bileşenleri, sair metallerle bileşik halde olarak bazen ilâve metal işini görür. Dekapanların uçucu bileşenleri, birleşme yerini oksidasyona karşı koruyan bir çevre teşkil edebilirler.

Alüminyum, magnezyum ve titaniumun klorürlü dekapanlarla sert lehimi, dekapanlardan metallerin redüklenmesi ve bunların ana metalle kimyasal etkileşimi için gerekli koşulları saptar. Bu türden reaktif dekapanlar mutlaka bazı metal tuzlarını, çoğu kez klorürlerini içerecektir. Çeşitli metallerin göreceli aktivitesi, elektrokimyasal seriler diye adlandırılan sıra tarafından temsil edilir: Li, K, Pb, Ca, Na, La, Nd, Mg, Be, Al, Zr, Mn, Nb, Cr, Ga, Fe, Cd, in, Co, Ni, Mo, Sn, H, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au. Bu serilerde her metal, tuzlarda herhangi başka bir metalinkini sağa itebilmektedir. Seriler, çeşitli metallerin sert lehimi ve lehimi için reaktif dekapanların bileşenlerini seçmede kullanılır.

Yer değiştirmiş metalin, sert lehim (lehim) sıcaklığının altında bir ergime noktası olmalıdır. Ancak bu koşul altında ilâve metal olarak iş görüp ana metali şiddetle ıslatabilir, oksit filminin altında onun temas ergimesine neden olabilir, filmi dağıtabilir ve böylece de yüzey üzerinde ve aralığın içinde bir hazır yapılmış ilâve metalin akışını teşvik edebilir. Kalay, kadmium ve bakır tuzlarını içeren dekapanlar, demirin reaktif dekapan sert lehimleme ve lehimlemesinde kullanılabilir.

KATI - GAZ TEMAS SERT LEHİMLEME VE LEHİMLEMESİ

Katı-gaz temas sert lehimlemesi ve lehimlemesinden, ilâve metalin birleştirilen metallerin, aracı metalin, kaplamaların ya da elementlerin buharlarıyla etkileşim üzerine aralığa önceden yerleştirilmiş muylunun katı-gaz temas ergimesinden oluştuğu bir kapiler sert lehimleme ya da lehimleme anlaşılır.

Bu teknik genellikle vakum ya da asal gaz altında uygulanabilmekte olup bu koşul, katı metaller üzerinde kimyasal olarak adsorbe* olabilme kabiliyetinde olan elementlerin buharlaşmasına imkân verip bu katı metallarla etkileşime geçer ve buharlarla reaksiyona girmiş tabaka içinde ergime sıcaklığını alçaltır. Bu sürecin vaki olabilmesi için gerekli koşullar temas reaksiyonu ergimesinde olanlarla aynıdır: (1) buharlaşan elementin ana metal ya da bir kaplama, ara tabaka veya aralığa önceden yerleştirilmiş muylular şeklinde metalle ötektikler veya eriyikler teşkil edebilme kabiliyetinde olması; (2) sert lehimleme (lehimleme) sıcaklığının, bahis konusu ötekiğin veya alçak ergimeli eriyikin ergime noktasından fazla olması.

Bunu gerçekleştirebilmek için iyice yüksek buhar basıncını haiz (örneğin bismüt, çinko, kadmium, magnezyum, lithium vb.) olup hava veya rutubete maruz olduklarında şiddetle oksitlenen elementler kullanılabilir. Bu itibarla metalik ve metalik olmayan buharlar içinde sert lehimleme veya lehimleme, ancak hava ve rutubetin serbest girişinin önlenmesi halinde mümkündür.

Metallerin buharları ve bazı başka elementler, hafif bir vakumda, ve daha aşağı derecede olmak üzere rutubet ve oksijenden arındırılmış nötr atmosferler (argon, helium, azot, karbon dioksit) altında dekapansız sert lehimlemeye (lehimlemeye) olanak vermektedir. Aşağıdaki tabloda, metaller dahil, 10^{-1} ilâ 10^{-3} mm Hg'lik vakumda alçak buharlaşma sıcaklıklı bazı elementlerle, bunlarla bileşerek ötektikler veya alçak ergime noktalı katı eriyikler hasil eden metaller görülür. Bu teknikte, ergimiş dekapan, ana metal dahil katı metallerin, elementlerin buharlarıyla doğruca temasa gelmelerini önler.

Magnezyum, çinko, lithium, kadmium, antimuan, bismüt gibi elementlerin buharları, 627°C 'ta, bir tahliye edilmiş hacimde bakiye kalmış oksijeni; keza magnezyum, lithium ve çinko buharları suyu bağlayabilmektedir. Kadmium, antimuan, bismüt suyu bu koşullar altında bağlayamamaktadır. Al_2O_3 alüminyum oksidi, 627°C 'ta, magnezyum ve lithium buharları tarafından redüklenebilmektedir.

Katı-gaz temas sert lehimlemesine (lehimlemesine) uygun metal ya da elementler vakum hacmi içine, ocağın içinde ya da dışında bulunan ayrı menbalardan ithal edilir. C. I. Miller'e göre alüminyum alçak vakum buharlaşma sıcaklığını haiz M_1 elementleriyle bunlarla bileşerek asgari ergime sıcaklıkla ötektikler veya katı eriyikler oluşturabilen M_2 metaller

*Adsorpsiyon, bir gaz, sıvı veya erimiş cismin moleküllerinin bir yüzeye yapışması olgusudur.

M ₂ ile etkileşimin tabiatı	Element M ₁	Sıcaklık, °C				Katı metal M ₂	Ergime noktası °C			
		Ergime, element M ₁	Vakumda buharlaşma				Katı metal M ₂	Kısm. ötektik veya birleşim katı eriyik	Ötektik veya katı eriyik	Ötektik içinde M ₂ katı metal miktarı
			10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³					
Ötektik	As	-	317	273	-	Ag	-	540	81	
	Bi	271	614	487	-	Pb	-	125	43	
	Bi	271	614	487	-	Au	373	241	18	
	Bi	271	614	487	-	Sn	-	139	43	
	Cd	321	321	265	-	Pb	-	248	82.5	
						Sn	-	177	67.7	
	Li	180.7	629	548	464	Sn	720	222	99.7	
						Ag	330	150	63	
						Cu	-	179	>10	
	Mg	550	510	437	-	Al	462	437	32.3	
						Pb	550	253	97.8	
						Sn	778	200	98	
						Ti	413	203	96	
	Katı eriyik	Mn	1.234	1.096	973	873	Cu	-	870	65
						Ni	-	1.018	39.5	
						Fe	-	1.210	20	
Ötektik	P (kırm.)	597	218	184	-	Ni	1.175	880	89	
						Co	1.386	1.023	88.5	
						Cu	1.020	1.020	91.6	
	Sb	632	627	530	477	Fe	1.020	1.020	50	
						Pb	-	252	88.9	
						Cu	684	526	23.5	
	Ti	302	706	608	528	Sn	-	170	43.5	
						Au	-	131	27	
	Zn	419.4	-	-	-	Sn	-	198	91	
	Zn	419.4	706	-	-	Fe	782	419.4	0	

-10⁴ mmHg vakumunda, magnezyum buharı kullanılarak sert lehimlenmelidir. Şöyle ki bu sonucusunun ocağın vakum atmosferinde varlığı Al-Si ilave metalin alüminyum üzerine akmasının (vakum ya da asal gaz altında) mucip olmaktadır. Magnezyum buharı, toz, folio ya da tel şeklinde magnezyumun ocak içinde ısıtılmasıyla doğrudan elde edilir veya ayrı bir kaptan sert lehimleme hücresine ithal edilir.

Magnezyumun rolünün başlıca, ocağın vakum hacmini tasfiye etmek (temizlemek) ve alüminyumun oksit filmini redüklemek olduğu sanılır. Al-Mg-Si sisteminin ise, biri silisyumdan, öbürü de magnezyumdan yana zengin iki ötektik teşkil ettikleri bilinir. Bunların ergime noktaları sırasıyla 550 ve 450°C'tır. ikili Al-Si ötektiğinin ergime noktası da 577°C'tır: Alüminyumun silumin* ile 560°C'ta, magnezyum buharı içinde sert lehimlenebilme imkânı, siluminin magnezyum buharı içinde katı-gaz temas ergimesinin vaki olduğunun kesin delili olmaktadır.

S.V. Lashko ve ark.'nın araştırmaları çeliğin manganez ve çinko buharları içinde, ilâve metal olarak bakırla sert lehimlenebildiğini göstermiştir. Keza alüminyum da bismüt, kadmium, çinko buharları içinde sert lehimlenebilmektedir.

Çeliğin manganez buharında bakırla sert lehimlenmesinde etkileşim sıcaklığında bir yükselme, Cu-Mn sıvı faz içinde manganez ve katı bakırın sınırlı eriyebilme kabiliyetinde ani bir azalma hasıl eder; bunun yanı sıra manganezin bakır kitlesi içine sevk edilme derecesinde keskin bir artış görülür. Buna koşut olarak bakırın yüzeyine oturan manganez kitlesinde de artma vaki olur.

Sıvı faz oluşunca manganez buharı bunun içine absorpsiyonla geçer; bu da, sıvı faz içinde bakırın temas ergimesine yardımcı olur ve manganezi bakır içine sevk eder. Bu nedenle sıvı tabaka kalınlığı, artan sıcaklık ve Cu/Mn buhar temas süresiyle birlikte artar ama katı eriyik tabakasınınki azalır.

Aşağıdaki tabloda, $2 \cdot 10^{-2}$ mm Hg vakumunda ısıtılmada etkileşimleriyle Cu-Mn ergiyikinin manganez içeriğinin değişmesi ile ergimiş tabakanın kalınlığı ve ısıtma koşullarına bağlı olarak manganezin bakır içine difüze olma derinliğine ait deneysel veriler görülür. Deneyler X-ışını mikrospektrografik analizörle yürütülmüş, bakır yüzeyine oturan manganez de denek, manganez buharı içinde ısıtılmasında önce ve sonra tartılarak, saptanmıştır. Sert lehimleme $5 \cdot 10^{-1}$ mm Hg vakumunda, deneğin bindirme sert lehimlenmiş kısımları arasında 0,10-0,15 mm aralıkla yapılmıştır.

* Birçok Al-Si alaşımına verilmiş ad.

2.10-2 mm Hg vakumunda manganez buharı içinde ısıtılmada bakırın manganez içeriğinin değişmeleri (Yu. N. Upolovnikov ve S. V. Lashko'ya göre).

Isıtma koşulları °C dak.	Dengede bakır içinde eriyebilme		Ergiyik'in Mn içeriği %	Sıvı tabaka kalınlığı µm	Difüzyon derinliği µm	Kitle artışı gr
	S _{sol.}	S _{lik.}				
900°, 3	21	23	-	-	67	0,007
900°, 10	21	23	21	-	75	0,010
950°, 3	13	16	17	40	210	0,035
958°, 10	13	16	19	150	160	0,050
1,000°, 3	13	16	13	365	150	0,041
1,000°, 10	6	9	14	1,180	20	0,100

Aşağıdaki tabloda ana metal, yardımcı metal (ara tabaka metalleri, kaplamalar veya muylular), ve katı-gaz temas sert lehimleme ve lehimlemesine uygun ve oluşan ilave metallerin nitelikleri ve ana metalle etkileşimine göre seçilmiş metalik ve metalik olmayan buhar terkipleri verilmiştir.

Katı-gaz temas ergimesi için uygun metaller terkibi

Element buharı	Ana metal					
	Demir		Bakır		Aluminyum	
	Uygulanan metal	Sertl. (leh.) sic. °C	Uygulanan metal	Sertl. (leh.) sic. °C	Uygulanan metal	Sertl. (leh.) sic. °C
Bismüt	Kurşun	125	Kurşun	> 125	Ötektik silumin*	> 570
"	-	-	Kalay	> 139	Aynı	> 570
"	-	-	Altın	> 373	"	> 570
Kadmium	Kurşun	> 248	-	-	"	> 570
"	Kalay	> 177	-	-	"	> 570
Manganez	Bakır	> 870	-	-	-	> 570
"	Nikel	> 1,018	-	-	-	> 570
Antimuar	Bakır	> 1,020	-	-	-	-
"	Palladium	≥ 1,020	-	-	-	-
Çinko	Gümüş - bakır	≥ 660	Kalay	> 198	Ötektik silumin*	> 380
Arsenik	Bakır	≥ 782	Gümüş	> 830	-	-
Fosfor	"	-	Nikel	> 880	-	-
Talium	-	-	Kalay	> 170	-	-
"	-	-	Altın	> 131	-	-
Magnezyum	-	-	-	-	Ötektik silumin*	> 462

25 dak. 970°C veya 15 dak. 990°C'ta, aralığa önceden konulmuş bakır tozu ve 2mm bindirme uzunluğu ile manganez buharında sert lehimlenmiş çelikte S_s 42-45 kgf/mm gibi yüksek makaslama mukavemetleri elde edilmiştir; Cu ve %5 Ni'den oluşan toz kullanılması, aynı bindirme uzunluğu için daha yüksek sert lehimleme sıcaklığı gerektirmektedir. 10 dak. 1010°C'ta sert lehimlenmiş krom-nikel çeliği numuneleri 38 kgf/mm lik makaslama mukavemeti arz etmişlerdir. Balar tozuna nikel ilâvesiyle mekanik mukavemet değerlerinde ciddi sıçrama görülmektedir ki bu muhtemelen, nikel oksitlerinin daha büyük bir stabiliteyi haiz olmaları ve Cu-Ni katı eriyikinin bakırdan daha yüksek sıcaklıkta ergimesi nedeniyle olmalıdır. X12 189 çeliği, Cu+%Ni karışımı tozla 15 dak. 1010 ilâ 1030°C'ta sert lehimlendiğinde 45-48 kgf/mm gibi yüksek bir makaslama mukavemeti arz etmiştir.

Bindirme uzunluğu büyük önemi haizdir. 2 mm'yi aştığı takdirde, makaslama mukavemetinde keskin bir düşme görülür. Kabul edilen sınırlar içinde, daha yüksek sıcaklıklarda daha uzun süreler, birleşme mukavemetine yardım etmektedirler. Bu itibarla sert lehimleme süre ve sıcaklığı birinci derecede önemli olmaktadır. Tozun inceliği sert lehimleme sürecinde esas değildir.

Element buharlarının tatbik edilen katı metal, bakır, nikel veya demirle manganez buharı; kalayla çinko buharı; bismüt, kadmium, magnezyum, thallium, kurşun ve bismüt, antimuan veya kadmium buharı; bakırla lithium veya çinko buharı arasındaki etkileşimde olduğu gibi; en aşağı ergime noktali katı eriyikler ya da basit ötektikler halinde tutmaları durumunda, yüksek mukavemet ve süneklikte birleşmeler elde edilebilir.

DİFÜZYON SERTLEHİMLEMESİ

Birleşmenin, ilâve metalin solidus sıcaklığının üstünde bir noktada katılaştığı kapiler sert lehimleme süreci, difüzyon sert lehimlemesi olarak anılır, ilâve metalin alçak ergime noktalı bileşenleri, birleşme yerinden atılmadan difüzyon sert lehimlemesi vaki olamaz. Bu atılma işi bunların ana metal içine difüzyonu, buharlaşma, veya bunların refrakter kimyasal birleşikler halinde bağlanması veya bu süreçlerin bir birleşik etkisiyle gerçekleştirilebilir.

Komponentlerin ana metale aktarılmasıyla meydana getirilen difüzyon sert lehimlemesinin birinci aşamasında kapiler sert lehimleme tekniklerinde mutad olan katı ve sıvı fazlar arasında kısmî etkileşim yer alır; ikinci aşamada, sıvı faz tedricen katılaşır; üçüncü aşama, katı difüzyonun tesviye süreçleridir (sert lehimlenmiş birleşmenin homogenleştirilmesi).

Difüzyon sert lehimlemesinde kullanıldığı şekliyle ilâve metal, kısmen ya da tamamen ergimiş olabilir; bu ergime bazı kez, ana metalle farklı metallere bir ya da daha çok ara tabaka arasında yüzey arasında temas reaksiyon ergimesi olup bu ara tabakalar kaplama, püskürtme vb. ile tatbik edilir veya parçalar arasına önceden yerleştirilir.

Difüzyon sertlehimlemesi, sert lehimlenmiş birleşmelerin difüzyon işleminden tefrik edilecektir şöyle ki bu sonucusu başlıca, birleşmeyi homogenleştirmek, onu daha dengeli bir koşula getirmek ve bakiye gerilmeleri gidermek amacıyla onu katı halde ısıtmak suretiyle uygulanır.

Difüzyon sert lehimlemesinin bir özgül birleştirme tekniği olarak kullanılmasındaki amaç, birleşme iç yapısını mümkün olduğu kadar dengeye yakın bir hale getirmek, sert lehimin sökülme sıcaklığını, birleşme mukavemet ve sünekliğini, elektriksel iletkenliğini artırmak; zayıf ve gevrek iç yapı metallere arası ara tabaka tehlikesini bertaraf etmek; ana metal niteliklerinde ciddi kayıplara yol açmadan korozyon mukavemetini iyileştirmektir.

Yön ve kinetik olarak difüzyon sert lehimlemesi süreci aşağıdaki iki koşula bağlıdır: katı ve sıvı fazlar, yüzey arasında temas halindedirler; sıvı faz miktarı, katı faz miktarına göre, çok azdır. Difüzyon sert lehimlemesi, hipooötektik alaşımların hızlı soğumasıyla oluşan dengesiz proötektik (ötektiğe yakın) iç yapısını önleyebilir.

Bazı bireysel durumlarda yüksek sert lehimli sökme sıcaklığını haiz birleşmeler, ana metalin rekristalizasyonu sonucu olarak tane büyümesine götürmeyen sıcaklıklarda difüzyon sert lehimlemesiyle gerçekleştirilebilirler. Bu ısıtma yolu özellikle titanium, molibden ve tungsten alaşımlarının sert lehiminde esastır.

KOMPOZİT VE SERAMİK-METAL SERTLEHİMLEMESİ

Günümüzde uygulama alanı bulan kompozit sert lehimleme yönteminde, bir kompozit ilâve metal olarak betimlenen ilâve metalin takviyesiyle oluşmuş bir kapiler sistem bahis konusu olup burada ilâve metal, sıvı bölümünü, bir kapiler olmayan aralığa inhisar ettirir.

Kullanılan kısmen ergimiş kompozit ilâve metallerin aşağıdaki tipleri, alçak ergime noktalı bileşenlerinin oluşma tarzı ve işleviyle birbirlerinden ayrılırlar: sıvı fazı toz ya da elyaf şeklinde daha yüksek ergime noktalı bileşenlerden yapılmış sinterlenmiş matrisin kapiler boşlukları arasına sızdırmak suretiyle imal edilmiş ilâve metal; alçak ergime noktalı sıvı faz emdirilmiş toz ya da elyaf şeklinde daha refrakter metallere oluşmuş ilâve metal; yüksek ve alçak ergime noktalı bileşen tozlarının karışımından ibaret ilâve metal; ısıtıldığında kısmî temas reaksiyon ergimesi sürecine iştirak eden yüksek ergime noktalı bileşenlerin toz halindeki bir karışımı olan ilâve metal; alçak ergime noktalı bileşeni ile takviye metal elyafının bir ağından oluşan ilâve metal.

En refrakter metal (örneğin çeliğin sert lehiminde nikel) bazen toz veya elyafının bir ağı şeklinde aralığın içine konur. İlâve metalin daha alçak ergime noktalı bileşeni aralığa konur. Isıtmada sıvı ilâve metal aralık içine akar ve nikel toz veya elyafını kısmen ergitir. Bu sert lehimleme tekniği ile azaltılmış dendritler arası gözeneklilikli birleşmeler meydana getirilir.

Birleşmenin, takviye tozunun katı-sıvı sinterlenmesi tarafından bir kapiler olmayan aralık içinde oluşturulduğu işbu sert lehimleme tekniği, bir süreç olarak farklı bir birleşme teşekkül mekanizmasıyla özgül karakteristikleri ve öbür sert lehimleme tekniklerine göre birçok avantajı vardır.

Bu süreçte birleşmenin ana metalle kaynaşması, bu sonuncunun ilâve metalin sıvı bölümüyle etkileşimi ve sıvı fazın katılaşmasıyla birlikte ergimemiş takviye zerrelerinin birbirleriyle ve ana metalle sinterlenmesi suretiyle meydana gelir. Bu teknik, seramik metal sert lehimlenmesi adını almıştır şöyle ki birleşmenin oluşumunda takviye toz zerrelerinin, toz metalürjisi sürecindeki aynı olan sinterlenmesi bahis konusudur.

Sinterlenmiş ilâve metalleri en iyi geniş ve kapiler olmayan aralıklara uymaktadır; ancak bu sert lehimleme tekniği basınç uygulamasını gerektirmektedir. Basınç miktarı birçok faktöre tabî olup deney-hata yöntemiyle saptanabilir.

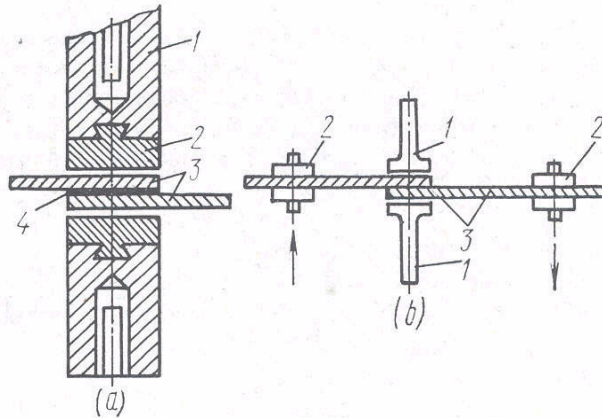
BASINÇLI SERT LEHİMLEME VE LEHİMLEME

Kapiler sert lehimleme ve lehimlemede az miktarda basınç, gerekli aralığı sağlamak ve parçaları pozisyonda tutmak için bazen uygulanır. Bu, özellikle geniş yüzeyle ince cidarlı sert lehimlenmiş ve lehimlenmiş eşyaların imalinde önemlidir.

Birçok durumda basınç, sert lehimleme ve lehimlemede bir yardımcı uygulama olmadan çok, birinci derecede önemi haiz bir süreç olmakta, hasıl olan birleşmenin kalite, güvenilirlik ve çalışma ömrünü sağlamaktadır.

Basınçlı sert lehimin ilk varyantlarının arasında projeksiyon sert lehimi olarak bilinen yöntem olup bunda alüminyum ve bakır çubuklar, Al-Cu ötektiğinin ergime noktasının hemen üstünde bir sıcaklıkta birleştirilirler. Bu yöntemde sıvı fazın fazlası ve oksit filmleri, aralığın dışına atılmakta olup elde edilen birleşme alüminyum kadar kuvvetli olmaktadır. Bu sert lehimleme tekniği, sertlik ve ergime noktası bakımından birbirinden farklı olup bir ötektik oluşturmak üzere bileşen iki metali birleştirmeye uygundur. Daha büyük sertlik ve daha yüksek ergime derecesini haiz metal çubuğunun ucu konikleştirilecektir. Bu teknik esas itibariyle bir basınçlı temas reaksiyonu sert lehimlemesi sürecidir.

Basınç yine, elektrik direnç sert lehimlemesi için direnç kaynak makineleri kullanıldığı zaman uygulanmaktadır. Bu durumda, elektrik akımının yolu yönünde basınç uygulamak her zaman münasip olmamaktadır. Nitekim karbür uçların kesme takımına sert lehimlenmesinde, makinenin temas elektrodu, karbüre dokunmamalıdır zira bunun üzerinde bireysel noktalarda yüksek akım şiddeti ciddi fazla ısıtma hasıl eder, böylece homogen olmayan soğumadan dolayı çatlamaya götürecek ciddi bakiye gerilmeler kalır.



Şek. 75.- Isıtma uygulamaları

- (a) Direnç kaynak makineleriyle: 1-elektrot; 2-karbon uç; 3-birleştirilecek parçalar; 4-ilave metal. (b) elektrik direnç sert lehimlemesi: 1-tutma; 2-akım besleme uçları; 3-birleştirilen parçalar.

Şek. 75'te direnç kaynak makinelerinde elektrik direnç sert lehimlemesi şematik olarak görülür. 2 kgf/mm² lik elektrot kuvvetleri, çelik takıma karbür uç birleştirilmesinde, araya bir ilave metal koyarak, uygulanır.

Metallerin metal dışı malzemelere (yarı iletken ve dielektrik seramik malzemeler) basınçlı sert lehimlenmesi ve lehimlenmesinin bu teknikte bir varyantı, basınçlı kaynağın metal dışı türünün aynıdır. Burada bahis konusu olan, metallerin metal dışı malzemelere alışıla gelmiş ilave ve tellerle basınçlı sert lehimlenmeleri (lehimlenmeleri) dir. Basınçlı sert lehimlenme ve lehimlemenin basınçlı kaynağa nazaran avantajı çok daha düşük basınçlarda (0,3-0,5kgf/mm²) ergimiş ilave metalin varlığında, metallerle onlarla birleşecek metal dışı malzemeler arasında daha sıkı bir temasın sağlanabilmesindedir.

Gevrek yarı iletken kristaller (germanium, silisyum) metal iletkenlere, temas metali olarak altın kullanılarak basınçta temas reaksiyonu lehimlemesiyle birleştirilebilir.