

C- PASLANMAZ ÇELİKLERİN SERTLEHİMLENMESİ

"Paslanmaz" adı altında toplanmış çelikler erimiş kromun varlığı nedeniyle giderek artan kimyasal stabiliteyi haiz oksitler tabakasıyla kendilerini kaplarlar. Bir vakumda ısıtılmada yüzeyde sadece FeO. Me₂O₃ tipinde oksitler bulunmuşken havada ısıtmada genellikle iki tür, Me₂O₃ ve FeO.Me₂O₃okside rastlanır.

10 dakika ısıtma ile çelik yüzeylerinde oluşan oksitlerin faz bileşimi (elektron difraksiyon analizi)

Çelik	Sıcaklık °C	Havada ısıtma	13 ⁻³ mm Hg vakumda ısıtma
0,12C 18 Cr 9 Ni Ti	600		oksit yok
	800	Fe ₃ O ₄ + Fe ₂ O ₃	Fe ₃ O ₄
	1.000		Fe ₂ O ₃
	1.200	Fe ₃ O ₄	FeO
17 Cr 5 Ni 3 Mo	600		Fe ₃ O ₄
	800	Fe ₃ O ₄ + Fe ₂ O ₃	Fe ₃ O ₄ + FeO
	1000		
	1.200		Oksit yok

Yüksek sıcaklıklarda oluşan Me₂O₃ oksitleri kromdan yana zengin olup özellikle yüksek krom içerikli çelikler Cr₂O₃ krom oksidi tabakasına sahip olurlar. Bu nedenle artırılmış aktiviteli dekapanlar bu tür çeliklerin birleştirilmelerinde gerekli olmaktadır.

Gerçekten 'paslanmaz çelikler" terimi çok geniş çeşitlilik arz eden krom içerikli demir esaslı alaşımları tanımlamakta kullanılıp bunlar ısı ve korozyona mukavemet aranan uygulamalarda kullanılır. Bugün için bunların sertlehimlenmesi artık bir sıradan İş haline gelmiştir.

Karbonlu çeliklerle paslanmazlar arasındaki kimyasal farklar, bu sonuncuların içinde hizmet verdikleri ortamın çok daha ağır ve güç oluşu nedeniyle paslanmaz çelik sertlehimlemesinde proses kontrolü karbonlu çeliklerinkine göre çok daha büyük özen ve dikkati gerektirir. Sertlehimlemeyle paslanmaz çelikten komponent imalinde basan çeşitli paslanmaz çelik tiplerinin karakteristiklerinin bilinmesine ve bu karakteristiklerin gerektirdiği proses kontrol kaidelerine sıkıca uymaya bağlıdır.

Genellikle iyi kaynak kabiliyetini haiz paslanmaz çelikler iyi sertlehimlenebilirler. Bu işlemle, farklı metallere farklı bileşimde paslanmaz çelikler dahil, karbonlu çeliklerle, alçak alaşımlı çeliklerle, bakır alaşımlarıyla ve ütaniumla birleştirme bahis konusudur. Aslında sertlehimlemenin bir avantajı, istenildiği gibi kaynak edilemeyen farklı metal birleşmelerinin bununla gerçekleştirilebilmesidir.

En uygun ısıtma tekniklerinin kullanılması halinde sertlehimleme kuvvetli, korozyona dayanıklı, sızdırmaz birleşmeler sağlar, küçük veya ince cidarlı parçalarda bunu asgari bükülme ve çarpılma ile gerçekleştirir.

Ana metaller

Paslanmaz çelikler, sertlehimleme açısından dört kategoriye ayrılabilir: (1) austenitik sertleştirilemeyen çelikler, (2) ferritik sertleştirilemeyen çelikler, (3) martensitik sertleştirilebilir çelikler ve (4) çökeltme sertleşmeli çelikler.*

Bunların ayrıntıları için bkz. Burhan Oğuz. - Karbonlu ve alaşımlı çeliklerin kaynağı, OERLİKON yay., 1987.

Austenitik sertleştirilemeyen paslanmaz çelikler

Bunlar AISI sınıflandırmasında 300 ve 200 tipleridir. En çok kullanılanı 302 tipi (18-8 serisinden) dir. 200 tipi nispeten bir yenilik olup bunda nikelin bir bölümünün yerini manganez almıştır. 302 nin paraleli olan 202 tipi, %18 Cr, %5 Ni ve %9Mn içerir. 300 tipi paslanmaz çelikler geniş Ölçüde üfleç ve ocak sertlehimlemeli birleşmeler için kullanılır. Bu malzemelerin sertlehimlemesinde bir başlıca önlem, stabilize grade'lerin (302 ve 304 gibi) 427 - 876°C arasında sıcaklıkta tutulmaları halinde bir karbür çökmesi ve bunun sonucu olarak da korozyon mukavemetinde bir azalma vaki olması hususunda olacaktır. Karbür Çökmesinin derecesi parçaların bu hassas sıcaklık alanında tutulma süresine bağlıdır; bu nedenle bu çökeltme, sertlehimleme ısı saykını mümkün olduğu kadar kısa tutarak asgariye indirebilir. Küçük parçaların üfleç sertlehimlenmesinde olduğu gibi kısa süreli şavklarla bu tipler, ciddi korozyon mukavemeti kaybı olmadan sertlen imlenebilirler.

Paslanmaz çeliklerde karbür çökmesinin zararlı etkileri, bu çeliklere karbür stabilize edici titanium ve kolumbium ilâvesiyle yok edilmektedir. Tip 321 (18-8+ Ti) ve tip 347 (18-8+ kolumbium) böylece rahatlıkla sertlehimlenebilirler. Stabilize edilmemiş grade'lerin birçok türü de fevkalâde alçak karbonlu (örneğin tip 304 L) olarak mevcut olup bunlar da karbür çökmesine fazlaca hassas olmazlar. Yüksek ergime noktalı ilâve metal kullanıldığında, çökeltmiş karbürler, sertlehimlemeyi müteakip ısı işlemle yeniden eritilebilirler.

Nispeten yeni bir ürün serisi olan 200 tipi, yüksek manganez içeriği nedeniyle, daha zor sertlehimlenir; dolayısıyla alçak çığ noktalı hidrojen atmosferini gerektirir. Manganez, paslanmaz çelikler için normal olarak kullanılan ocak sertlehimlenme sıcaklıklarında kuru hidrojen tarafından kolayca redüklenemeyen bir oksit oluşturur; bu nedenle 200 tipi çeliklerde iyice temizlenmemiş yüzeylerin ıslatılma sorunu ortaya çıkar.

Bütün Cr - Ni çelikleri, ergimiş ilâve metal varlığında gerilme korozyonu çatlamasına uğrarlar. Bu olgu ana metalin gerilme altında bulunması halinde vaki olur. Gerilme ise ya eskiden kalmıştır ya da sertlehimleme sırasında uygulanmış olan bir yükten hasıl olur. Uygulanmış yükün bir şekli, sertlehimleme sırasında vaki olan ısı gradienlerdir, ilâve metal, gerilme noktalarında tane sınırları boyunca ana metala nüfus eder ve onu büyük ölçüde zayıflatır. Dolayısıyla, en iyi sonuçlar, gerilimi giderilmiş malzeme ile alınır. Bu gerilim gidermesi sertlehimleme saykından Önce ya da bu saykl sırasında olabilir bu sonuncu halde, kullanılan ilâve metalin solidus sıcaklığının altında vaki olacaktır. Parçalar, sertlehimleme saykl sırasında gerilmeden kaçınılacak şekilde birleştirilecek ve destekleneceklerdir.

Ferritik sertleştirilemeyen paslanmaz çelikler

Bunların en alışlagelmiş AISI tipleri 405, 430 ve 446 dır. 430 tipi, bazı BAğ ilâve metalleriyle sertlehimlendiğinde bir yüzey arası korozyonun bir şekline uğrayan, geniş ölçüde kullanılan bir grade'dir; korozyon görünürde ana metalle ilâve metal arasındaki bağlantının tahrip olduğu bir elektrokimyasal etki tarafından hasıl edilir. Birçok durumda bu etki, iç suyunun varlığında vaki oluyor gibidir. Gümüş esaslı ilâve metaller az miktarda nikel eklenmesiyle sertlehimlenmiş birleştirmelerin yüzey arası korozyonunun birçok paslanmaz çelikle önlenmiş görülmüştür. Mamafih nikel içeren gümüş esaslı ilâve metal, kullanımı atak derecesini büyük ölçüde azaltıyorsa da, 430 tipinde tamamen etkili olmamaktadır. 430 için Özel bir gümüş esaslı ilâve metal geliştirilmiştir: 63 Ag -28,5 Cu - 6 Sn- 2,5 Ni.

Martensitik sertleştirilebilen paslanmaz çelikler

Bunlar iki ana tipe ayrılır: alçak krom, alçak karbon grade'leri (Tip 403,410 ve 416) ile yüksek krom, yüksek karbon grade'leri (Tip 440A,B ve C). Bu çelikler ferritik sertleştirilemez çeliklere çok yakın olmakla birlikte bunların alaşım bileşimleri, ısı işlemle sertleşebilecek şekilde dengelenmiştir. Bu alaşımlardan imal edilmiş parçaların sertlehiminde ilk dikkat edilecek husus, sertlehimleme ısı saykının bu alaşımların gerektirdiği ısı işleme uygun olmasıdır. Bu da, ana metalin austenitleşmesinin sertlehimleme sıcaklığında hasıl olmasını sağlayacak ilâve metallerle sertlehimleme sıcaklığının seçilmesi suretiyle gerçekleştirilir. Austenitin istendiği gibi martensite dönüşmesini sağlamak için, sertlehimleme sıcaklığından itibaren nispeten hızlı soğumaya gerek vardır.

Çökeltme sertleşmeli paslanmaz çelikler

Yüksek mukavemete ek olarak ısıya ve korozyona dayanıklılığın da arandığı uygulamalar için paslanmaz çelikler geliştirilmiştir. Bunlar esas itibarıyla Al, Ti, Cu, Mo gibi alaşım elementlerinin eklendiği paslanmaz çeliklerdir. Bu elementlerin eklenmesiyle, özel ısı işlemleriyle alaşımların çökeltme sertleşmesini hasıl etmek mümkün olmaktadır. Bu eklemenin yapıldığı ana paslanmaz çeliklerin hepsi Cr-Ni austenitik tipindedir; bununla birlikte alaşımların hepsi tamamen austenitik olmayıp sertleştirme reaksiyonları çok çapraşık olduğundan, bazı martensitik oluşmalar bahis konusu olmaktadır.

Çökeltme sertleşmeli paslanmaz çelikler bugüne dek Standart AISI işaretine sahip olmamışlardır. Bunlardan işareti belli olanların bazıları şunlardır: 17-7 PH, PH14-8Mo, 15-5PH, AM350, 17-4PH, PH15-7 Mo ve A-286. Martensitik sertleştirilebilir paslanmaz çeliklerde olduğu gibi, bu alaşımları birleştirmede kullanılan sertlehimleme ısı sayıklı, bunların ısı işlemleriyle uyum halinde olmalıdır; ısı işlemleri ise hayli geniş ölçüde değişik olduğundan her alaşım için özgül sertlehimleme sürecinin seçimi gerekir. Bu alaşımlarla ilâve metal üreticilere bu özgül süreçler için danışılmalıdır. Sesten hızlı uçak ve feza araçları için arı peteği yapı panolarının imali bu alaşımları sertlehimlemenin anlamlı bir uygulaması olmaktadır. Aşağıda bu konu ayrıca ele alınacaktır.

İlave metaller

Paslanmaz çelik parçaların sertlehimlemesi için çok sayıda değişik ilâve metal satışa arz edilmiştir. Ergime noktalarının farkları arz etmesi, ana metal yüzey arası reaksiyon, maliyet ve çalışma nitelikleri dolayısıyla ilâve metal seçimi, parçanın nihâî kullanımına bağlıdır. Ticarî ilâve metaller esas ya da ilâve elementi olarak Cu, Ag, Ni, Co, Pt, Pa, Mn ve Au içerirler; bunlar çalışma (hizmet) sıcaklığına göre uygun şekilde gruplandırılırlar.

427°C çalışma sıcaklığı için uygun ilâve metaller BCu tipleridir. 371°C'a kadar ise BAg tipleri geniş ölçüde kullanılır. Paslanmaz çeliklerde 427 den 538°C'a kadar genel kullanıma uygun ilâve metaller Cu - Mn - Ni tipidir. 538°C'ın üstünde BNi ilâve metaller veya değerli altın veya palladium metallerini içeren bazı tipler kullanılır. 427°C in üstünde çalışma için ilâve metaller genellikle, yüksek derecede saf redükleyici ya da asal atmosferler veya vakum altında ocak sertlehimlemesine tâbi tutulur. Bakır esaslı ilâve metallere sadece BCu sınıflandırmasına dahil olanlar paslanmaz çeliklerin sertlehimlenmesinde önerilir. Bunlar genellikle düşük rutubet içerikli yüksek safiyette redükleyici atmosferlerle kullanılırlar. Paslanmaz çeliklerde RBCuZn ve BCuP ilâve metallerinin kullanılması tavsiye edilmez.

BAG sınıfından BAG-1 ve BAG -la, iyi sertlehimleme karakteristikli genci kullanım ilâve metallerdir. BAG-2 de böyle olmakla birlikte daha yüksek sıcaklığı gerektirir. Özellikle , BAG-1 ve BAG-la için gerekli toleransın sıkı olarak denetlenemediği durumlarda faydalıdır. BAG-2, *Liguation'a* eğilimi dolayısıyla aşırı derecede uzun süreli ısıtmanın bahis konusu olduğu işlerde kullanılmayacaktır. Daha üstün korozyona mukavemet arandığında nikel içeren BAG-3 ve BAG-4 öneriler. Daha yüksek sertlehimleme sıcaklıkları için genel kullanım metalleri BAG-5 ve BAG-6 olup bunlar çoğu kez kadmiumun yasaklanmış olduğu uygulamalarda kullanılır. BAG-7, beyaz rengi ve kadmium içermemesi nedeniyle besin maddesi işleyen teçhizatın imali için faydalıdır. Ag-Cu ötekiği BAG-8, çoğu kez, uçucu kadmium ve çinkonun istenmediği vakum ve atmosfer sertlehimlemesinde kullanılır. %0,2 - 0,5 Li'lu BAG - 8a, paslanmaz çeliklerde artmış bir ıslatma kabiliyeti sergiler. BAG-19 in içerdiği lithium, kendini dekapanlamayı teşvik eder. Yüksek hız uçaklarının hafif paslanmaz çelik arı peteği panolarının sertlehimlenmesinde geniş ölçüde kullanılmıştır.

Nikel esaslı ilâve metaller başlıca çok yüksek ısı ve korozyon mukavemetinin arandığı yerlerde ve genellikle jet ve roket motorlarının İmalinde, kimyasal proses teçhizatında ve nükleer reaktör komponentlerinde kullanılırlar. Bunlar normal olarak toz halinde olurlar; mamafih sinterlenmiş veya dökme çubuk, şekilli, plastikle bağlanmış levha, tel ve şerit halinde de bulunurlar. Bazı ilâve metaller folio halinde de olur. BNi ilâve metaller paslanmaz çelikler üzerinde 982-1093°C'a kadar sıcaklıklarda oksitlenmeye mukavemet için çok kullanılır. BNi-1, BNi-2, BNi-3 ve BNi-4, birçok ana metalle karşılıklı etkileşim dolayısıyla İnce levhaları erozyona uğratma eğilimi arz ederler. Bu nedenle bunların kullanımı sırasında sertlehimleme sıcaklığında tutma süresi asgari olacaktır. Nötronları absorbe edip reaktörün verimini düşürmesi itibariyle nükleer reaktör komponentlerinin imalinde, müsaade edilmeyen bor elementinden yoksun BNi-5, BNi-6 ve BNi-7 uygun olmaktadır. Bunların oksitlenmeye mukavemetleri 1093°C'a kadar iyidir. Bütün nikelli ilâve metaller arasında BNi-5, en yüksek ergime noktasını haiz olanıdır.

Altın, platin ve palladium ile bunların Au-Ni, Au-Ni-Cr, Cu-Pt, Ag-Pa-Mn ve Pa-Ni-Cr gibi alaşımları ısı ve korozyona dayanıklı komponentlerin sertlehimlenmesinde faydalı olarak görülmüşlerdir. Jet ve roket ve nükleer enerji gibi sınaî alanlarda sertlehimleme teknolojisinin ilerlemesiyle yeni ve tek ilâve metaller ortaya çıkmaya devam edeceklerdir. Bunlar bugüne dek sıkıca sınırlandırılabilir kadar standartlaştırılmamışlardır.

Süreçler ve donanım

Paslanmaz çelikler herhangi bir sertlehimleme yöntemiyle birleştirilebilirler. Bunlar üzerinde kontrollü atmosfer sertlehimlemesi geniş hacimde uygulanmakta olup bu tip sertlehimlemenin başarısı, güvenilebilir atmosfer ve vakum ocaklarının gelişmesine atfedilir. Atmosfer ocaklarında kullanılan bütün gazlar yüksek safiyette olacaktır.

Ön temizleme ve yüzeyin hazırlanması

Yüzeylere yapışan inatçı oksitler dolayısıyla paslanmaz çelikler, karbonlulara göre, çok daha şiddetli bir ön temizlemeyi gerektirir.

Önce her türlü yağ ve gres filmleri Özenle yok edilecektir. Birleştirme yüzeyleri mekanik olarak ya da asit dekapaj eriyiğiyle temizlenir. Mekanik temizlemede, *karbonlu çelik tel fırçalar kullanılmayacaktır.*

Dekapaj eriyikleri şunlar olabilir:

- (1). %2-3 HCl, %7-8 HNO₃, %02 CuCl₂) gerisi su; eriyik 20°C'ta.
- (2). %3HNO₃, %1 HCl, %90 H₂O; eriyikin sıcaklığı 80°C
- (3). %23 H₂SO₄, %27 HCl, %\5 KC10 inhibitör, %0,1 sulfonatlı bağlayıcı, gerisi H₂O; eriyikin sıcaklığı 40 ilâ 50°C
- (4). %45 HCl, %5-10 HNO₃, %0,1 KC inhibitör, gerisi su; eriyikin sıcaklığı 40-50°C.
- (5). %1-2 C1B; %10 HNO₃, %0,1 sulfonatlı bağlayıcı, gerisi su; eriyikin sıcaklığı 40-50°C.
- (6). %10 H₂SO₄, 20gr/l HCl, 20gr/l NaNO₃. eriyikin sıcaklığı 70-75°C

(1) eriyikinde muamele gördükten sonra parçalar, yüzeyleri kararana kadar bir %25-30 muriatik asit eriyiği içinde tutulur, soğuk akar suda çalkalanır, sıcak suda bir fırçayla *{metalik olmayan}* fırçalanır, %10-15 soda-su eriyikine daldırılır, yerinden sıcak suya sokulur ve 100°C ta kurutulmaya bırakılır.

ilâve metalin aralığa yerleştirilmesinde yüzey bitirilmesi nemli olup aranılan yüzey pürüzlülüğünde $R <$ derinliği 2,5-0,63(i, pürüzler arası mesafe R_i , 20-10(i mertebesinde olmalıdır; ilâve metalin yönü, pürüz (mekanik işleme işleri) yönüne tekabül etmelidir. Mamafih ilâve metalin aralığa önceden yerleştirilmesi halinde yüzey pürüzlülüğü fazla önem arz etmez.

Daha önce de söylendiği gibi, böylece sertlehimlenmeye hazırlanmış parçalar kuru bir yerde, en az 16°C ta, en çok 48 saat süreyle saklanacaktır. Bu süre uzayacak olursa, yüzeylerin yeniden temizlenmesi gerekir. Daha uzun süre bekletilme halinde sıkıca kapalı polietilen torbaya konur. Ama bunun en iyisi, temizlemeden hemen sonra sertlehimlemektir. Elle tutulma sırasında kalan parmak izleri, ter ve saire, olumsuz etki yapar.

Dekapanlar ve atmosferler

Birçok paslanmaz çelik birleştirilmeleri kuru hidrojen, argon, helium, ayrıışmış amonyak atmosferlerinde, dekapan yardımı olmadan, gerçekleştirilebilir. Her ne kadar bazı komponentlenn

imalinde dekapana dayanılırsa da bazı dekapanlar sertlehimlemeden sonra temizlenmeyi gerektirebilirler ve bunların kullanımı, içerde hapis kalabilecek kalıntılar yüzünden zayıf birleştirme olasılığını artırır.

Paslanmaz çeliklere korozyon mukavemetini sağlayan krom oksitleri, bilindiği gibi, karbonlu çelik yüzeyinde oluşan oksitlerden çok daha zor temizlenir. -40°C veya daha aşağı çığ noktasını haiz atmosferler, sertlehimleme sıcaklığında bunlar ve sair kullanılagelen metal bileşenleri için metal - metala oksit dengesinin altında su buharı içeriğini haiz olacaklardır (şek. 76'ya bkz.). Bu itibarla ısıtmada oksit filmlerinin oluşması, atmosferin yüksek saflığı tarafından geciktirilmeli veya paslanmaz çeliklere mahsus yüksek aktiviteli (3Ave 3B) özel dekapanlara başvurulmalıdır.

Vakum atmosferleri, sertlehimleme sıcaklıklarında ana metal oksitlerinin ayrışmasını teşvik ederler. Uygun nitelik ve basınçta bir vakum, metalleri sertlehimleme sırasında yeniden oksitlenmeden koruyacaktır.

Bu arada ayrıştırılmış amonyak kullanımında bir hususa dikkat edilecektir: sertlehimleme sıcaklıklarında bazı paslanmaz çelikler, fark edilmeden, nitrülenebilirler.

Nikel kaplama, zararlı oksitlerin oluşmasını önlemenin ötesinde, ana metallerin gevrekleşme ve erozyonunu sınırlamada etkin bir vasıta olarak belirir. Elektrolitik nikel kaplama kalınlığı 0,005 - 0,05 mm arasında tutulacaktır. Kaplama kalınlığı arttığında birleştirme mukavemeti azalır.

Sertlehimleme sonrası işlemler

Dekapan ve ilâve metal akışını durdurmada kullanılan maddelerin temizlenmesi ve ısıt işlemler, paslanmaz çeliklerin sertlehimlemede gerekli olabilecek başlıca sertlehimleme sonrası işlemlerdir. Dekapanın kullanıldığı ve durdurma maddelerinin, bunlar kullanılmışsa, temizlenmesinin gerekmediği redükleyici ya da asal atmosferlerde sertleştirilemez paslanmaz çeliklerin ocak sertlehimlemede hiçbir sertlehimleme sonrası işlem gerekmez. Aksi halde, bundan önce söylenmiş olan yöntemler burada da uygulanır.

İlginç deney sonuçları

I - Paslanmaz çelikte BAg serisi ilâve metallerle sertlehimlenmiş birleştirmelerde korozyon.

Denenmiş paslanmaz çelikler AISI 340 ve 430, ilâve metaller da BAg-1 BAg-3 ve BAg-7 olmuştur. Bindirme birleştirmeler üzerindeki korozyon deneyleri aşağıdaki nitelikler açısından yürütülmüş:

1. İki tip paslanmaz çeliğin ıslatılma nitelikleri
2. Birleşmenin mukavemeti ve bunun ıslak korozyon nedeniyle değişmesi
3. Sertlehimlenmiş birleştirmede korozyon türü
4. Gümüş alaşımların elektrot potansiyelinin ve elektrot potansiyeli ile korozyon derecesi arasındaki ilişkinin ölçülmesi
5. Ana metaller arasında dar sertlehimleme aralığına ergimiş bakır alaşımı ilâve kapiler metal akışından ileri gelen liquation
6. Gümüş ilâve metalle ana metal arasındaki yüzey arasında difüzyon olayının gözlenmesi.

Korozyon deneyleri için (1) nitrik asit, (2) klorhidrik asit, (3) sodyum hidroksit ve (4) sodyum klorür kullanılmış. Bunlar oda sıcaklığında %5 sulu eriyikler halinde uygulanmış.

Her denek üfleç sertlehimlemesiyle, bir özel dekapan ve her bir ilâve metalin ergime noktasının yaklaşık 65°C kadar üstünde bir sıcaklıkta hazırlanmıştır, (denek saçları 1,6x10x60 mm lama; bindirme boyu 5 mm, aralık 0,13 mm).

%5 NaCl eriyikine daldırmadan sonra AISI 430'un yüzeyi bir kahverengi hidroksitle kaplanmışken bu, AISI 304'de görülmemiş.

B_{Ag} ilâve metallerle bu iki tür paslanmaz çeliğin ıslatılabilme kabiliyeti yayılma deneyi ile saptanmış; nikelin varlığı nedeniyle 304'ünün 430'üne göre biraz daha iyi olduğu gözlenmiştir.

304 ve 430'un sertlehimlenmiş birleştirmelerinin yüzey arası dokusu tetkik edilmiş: 430'da dikkate değer bir difüzyon bölgesine rastlanmamışken 304'de ana ve ilâve metaller arasında yüzey arası boyunca sivri uçlar arz eden dendritlerin sıralandığı görülmüştür. Bu dendritler başlıca bakır ve çinkodan yana zengin alaşım fazından oluşmuştur.

Her üç gümüş ilâve metaliyle bindirmeli birleştirmenin mukavemeti 430 tipinde 304'ünkünden %10 ilâ 15 daha yüksek olmuş, ilâve metal tipine göre ise de B_{Ag}-3'ün mukavemeti en yüksek, B_{Ag}-7'ninki en zayıfı olmuştur.

Deney parçaları yukarıda sayılan korozif ortamlara daldırıldıklarında birleştirmelerin makaslama mukavemeti hızla düşmüştür. Bu arada ilginç bir husus da gümüş alaşımlarıyla sertlehimlenmiş paslanmaz çeliğin %5 NaCl eriyiği içinde korozyona mukavemetinin beklenmedik şekilde zayıf oluşudur.

Ferritik bir iç yapıyı haiz 430 tipinde korozyon, ana metal tarafında vaki olmuş; austenitik dokuya sahip 304'de korozyon, ana ve ilâve metaller arasında yüzey arası boyunca kendini göstermiştir.

NaCl eriyiki atakının mekanizmasını aydınlığa kavuşturmak için %5 sodyum klorür eriyiki ile doymuş kalomel* pili içinde çeşitli gümüş alaşımlarının elektrot potansiyeli ölçülmüş (27°C ta). Potansiyel değerleri şöyle bulunmuştur:

BAG-1	-260mV
BAG-3	-220mV
BAG-7	-217mV

Korozyon derecesinin gümüş alaşım türüne bağlılığına gelince, bu korozyon derecesi BAG-1'de en yüksek, BAG-7'de de en alçak olarak görülmüştür. Bu davranışın yukarıdaki elektrot potansiyeli ile yakın ilişkisinin bulunduğu sanılır.

*Cıva klorürü

Bindirmeli birleştirmede BAG-3 ilâve metali (üfleç sertlehimlemesinde) yüzeyden verildiğinde nikel içeriğinin liquationu mikrograflardan açıkça görülmüştür.

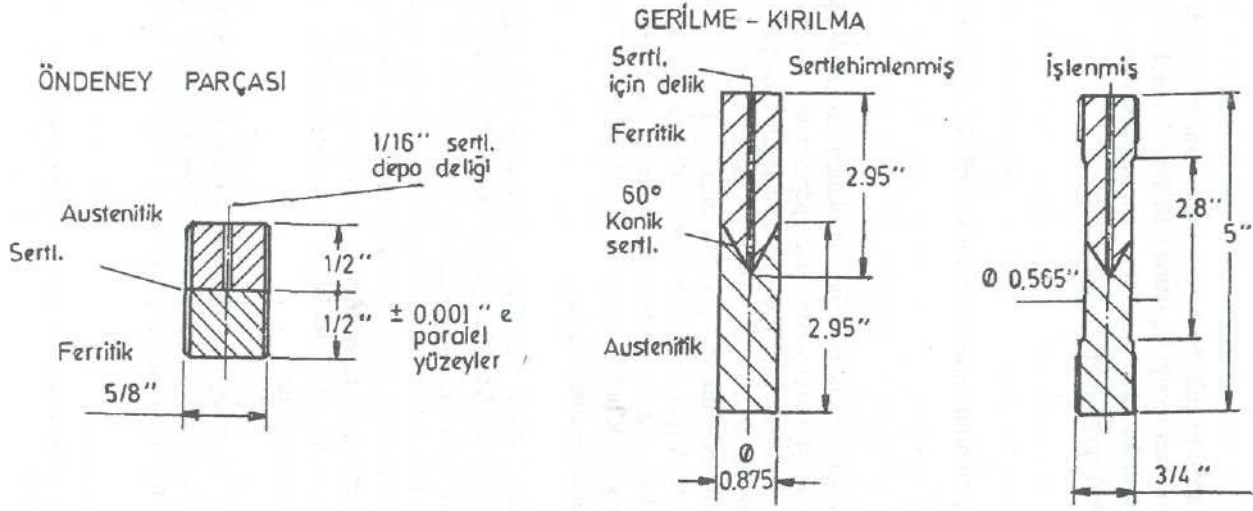
Böylece BAG-3 ile birleştirmenin korozyona mukavemetinin bu denli zayıf olarak bulunmuş olması bu nikel içeriği liquation'u ile izah edilmektedir. BAG-3 de liquation'u yok etmek için bu ilâve metal önceden araya yerleştirilmiş folio şeklinde kullanılmış ve çok daha olumlu sonuç alınmıştır'.

II- Türbinler için serdenimlenmiş austenitik-ferritik çelik buhar boru birleştirmelerinin gelişmesi.

Bu çalışmanın Önemi, kullanılmasının zorunlu olduğu austenitik paslanmaz çelikle çok daha ucuz olup kullanıldığı yerde yeterli performans gösteren ferritik paslanmaz çeliklerin sertlehimlenmesini konu almasıdır. örneğin bir geniş turbo-generatör ünitesinde buhar komponentleri ve kazanın yüksek sıcaklık tarafının boru donanımı için austenitik ve sıcaklığın daha alçak olduğu öbür boru tesisatı ve türbin komponentleri için de ferritik krom-molibdenli çelik kullanılır. Bu nedenle bu iki çelikten kalın cidarlı boruların güvenilir şekilde birleştirilmeleri gerekmiştir. Birleştirmeler yüksek buhar basıncına (12-15 atü) 600°C'a yaklaşan Çalışma sıcaklıklarında yıllarca dayanacaklardır.

Bugüne dek kaynaklı intikal parçaları geliştirmek için büyük çaba harcanmıştır. Kaynağın, oda sıcaklığından çalışma sıcaklığına (575°C] kadar bütün sıcaklıklarda en az en zayıf ana metal kadar kuvvetli, çalışma sıcaklığında uygun sürünme sünekliğini haiz, oda sıcaklığında yüksek kırılma tokluğuna sahip olması istendiğinden teknik talep hayli yüksek oluyordu. Bunun dışında birleştirme metalürjik olarak öyle tasarlanmış olacaktır ki 10 İla 20 yıllık 600°C'ta hizmet süresinde, vaki olacak herhangi bîr difüzyon süreci mekanik nitelikleri ciddi şekilde azaltmayacaktır.

Ferritik çelikten kaynak içine karbon difüzyonu, karbürler ya da sert bölgeler hasıl edebilir, bunlar da çatlağa neden olur. Bunun üstesinden gelmek için, esas kaynak işleminden önce, ana metal yüzeylerinin bir ya da ikisi üzerine özenle



Şek. 164a.- Sertlehimleme Ön deney ve gerilme-kopma deney parçaları

kontrol edilmiş kimyasal bileşimde bir ara ("yağlama")* tabaka kaynak etme yöntemi geniş ölçüde kullanılmıştır. Kaynak çatlğından kaçınmak için ferritik ana metalin kaynak işlemi sırasında yüksek ön ısıtma sıcaklıklarına gerek vardır; kaynaklar da çoğu kez 35 ilâ 50 mm cidar kalınlığında borulara uygulandığından, sıcaklığın uzun bir kaynak süreci süresince kontrol edilmesi zorunlu olmaktadır.

Birleşecek parçaların büyük kalınlıkları dolayısıyla, en ekonomik kaynak hazırlığı bile birçok kaynak pasosunu gerektirmektedir. Bunun dışında, her müteakip paso tabakalarının cürufu temizlenecek ve bunlar kaynak hataları ve buharla çalışmada cüruf korozyon sorunlarını yok etmek için titizlikle muayene edilecektir. Bu yöntem başarıya ulaşmış olup hepsi değilse bile bugün hizmette olan birleştirmelerin çoğu kaynakla gerçekleştirilmiştir.

Bu sürece bir alternatif yaklaşım olarak, austenitik-ferritik çelik intikal birleştirmeleri gerçekleştirmek üzere nikel esaslı sertlehim ilâve metallerinin uygunluğu araştırılmıştır. Sözü edilen kaynak süreçlerine göre sertlehimleme hayli büyük ekonomik avantajlar sağlamaktadır. Şöyle ki birleştirmeler, asgari el işçiliğiyle tek bir ocak işleminde yapılabilir. Sertlehimlemenin kaynak üzerinde yine bir avantajı da, boruların kesitlerinden daha büyük bir birleştirme alanı veren bir konik birleştirme dizaynı (Şek. 163) kullanılarak ciddi bir emniyet faktörü elde edilmesindedir.

Ayrıntılarına burada girmeyeceğimiz deney sonuçları" söyle özetlenir: Ni-Cr-B-Si, Ni-P, Ni-Cr-P, Ni-Si-Mn, Ni-Si-B ilâve metal türlerinden, austenitik paslanmaz çelikte ferritik çelik arasında

birleştirmeleri 1100-1125°C'a kadar sıcaklıklarda sertlehimlemede Ni-Cr-B-Si ilâve metali en kuvvetli bağlantıyı sağlamıştır. En yüksek birleştirme mukavemetleri bu ilâve metalle (B.S.1845 Ni-3, %0,15C %3,0 B; %4,5 Si; %6,5 Cr; %3,5 Fe; gerisi Ni) 1100-1125°C ta 8 saat süreyle sertlehimlemede elde edilmiş, bu süre içinde başta mevcut olan kôřeli gevrek birleşikler difüzyonla yok edilmişlerdir.

Bu optimum koşullarda böylece sertlehimlenmiş birleştirmelerde:

1. 20 ve 600°C'ta, 27 kg/mm² nin üstünde kısa süreli çekme mukavemeti elde edilmiştir
2. 575°C'ta 10.000 saat tutulmadan sonra oda sıcaklığında yapılmış çekme deneyleri, herhangi bir değişmenin olmadığını göstermiştir.
3. 20 ile 575°C arasında 100'e kadar ısıl sayklamada, bir değişme görülmemiştir.
4. 10.000 saat 575°C'ta tutulmadan sonra difüzyonun sonucu olarak sadeatali mikroyapısal değişmeler vaki olmuştur.
5. Oksitlenmeye mukavemet en az, 10000 saat süreyle 575°C'a ısıtmada çeliklerdeki kadar olmuştur.
6. Uygun bir konik dizaynda, en zayıf ferritik ana metalinkine eşit ya da bundan üstün gerilme kopma nitelikleri saptanmıştır.