

XXI — NİKEL VE YÜKSEK NİKELLİ ALAŞIMLAR

Her ne kadar bunları çeliklerle bütünleştirmek mümkün değilse de korozyona ve yüksek sıcaklıkta mekanik ve kimyasal mukavemet bakımından paslanmaz çeliklerin kullanılma oranlarını devam ettirdiklerinden ve ayrıca çeliklerin kaynağı için bazen kaynak malzemesi olarak kullanıldıklarından bu alaşımların kaynağının ortaya çıkardığı metalürjik sorunları kısaca irdedeceğiz.

Nikel esaslı başlıca alaşımlar şunlardır :

- 1) Ni-Cd alaşımları; genellikle % 15-20 Cd ve % 10'a kadar Fe içerirler;
- 2) Ni-Cu alaşımları; % 25-30 Cu içerirler;
- 3) Ni-Mo alaşımları; % 25-35 Mo içerirler.

Bunların dışında ayrı ayrı veya yanı zamanda Cr, Mo, W, Co içeren çok sayıda kompleks alaşım da vardır. Bunları aşağıda, tanındıkları patent adlarıyla (Trade name) zikredeceğiz.

Nikelin kristal dokusu merkezli yüzeyli kübik sistemdir; bu itibarla austenitik paslanmaz çeliklerinkine benzer bir austenittir. Bütün nikel esaslı alaşımlar bu dokuyu haiz olmakla birlikte içerebildikleri ilâve elementler bazen kompleks karbürler veya metaller arası bileşiklerin ortaya çıkması sonucuna götürürler.

Nikel, ticarî olarak saf, sünek (maleabl) nikel, nominal safiyeti % 99,4; korozyona yüksek mukavemeti haiz olup magnetiktir.

Düşük karbonlu nikel (azami % 0,02 C), ticarî olarak saf, azami sünekliğin arandığı yerlerde, özellikle 325°C'in üstünde sıcaklıkta çalışacak parçalarda kullanılır. Korozyona mukavemeti nikelinkinin aynidir.

Duranickel, yaşlandırma ile sertleşebilir yüksek nikelli alaşım.

Korozyona yüksek mukavemet ile birlikte yüksek mekanik mukavemet (ısıl işleme göre 74-123 kg/mm²) ve sertliği (180-340 Brinell) haiz olup yaşlandırma ile sertleşmiş halde hafifçe magnetik, yumuşak halde magnetik değildir. Her ne kadar geniş ölçüde korozyona dayanır yay, diafragm ve benzeri eğilir parçalar için kullanılırsa da genel olarak bu alaşım kaynakla birleştirilmez,

Monel, yaklaşık % 67 Ni ve % 30 Cu'lu alaşım. Yüksek mukavemet (53 kg/mm²), sertlik (125HB) ve tokluğu haiz olup korozyona iyi mukavemet arz eder. Hafifçe magnetiktir.

Monel «402», hafifçe daha düşük nikelli bir Ni-Cu alaşımı; sülfürik asit eriyikleri içinde çalışan yüklenmiş parçalarda kullanılır.

Monel «403», düşük permeabiliteli Ni-Cu alaşımı; magnetik olmayan ve elektronik uygulamalar için.

«K» *Monel*, magnetik olmayan, yaşlandırma ile sertleşebilen Ni-Cu alaşımı; yaklaşık % 3 Al içerir. Mukavemet ve sertliği, özellikle kalın kesitlerde bazı ısıl işleme tabi tutulmuş alaşımlı çeliklerinkilerle mukayese edilebilir derecede olup korozyona mukavemeti Monel'inki gibidir.

«K» *Monel*, çökme tipinde ısıl sertleşebilmeye cevap verip Monel 400'lerin korozyona

mukavemet niteliği ile ısıtılma tabii tutulabilir alaşımli çeliklerin mekanik özelliklerini birleştirir.

«R» Monel, iyi işlenebilir Ni-Cu alaşımı olup Monel'den farklı daha yüksek miktarda kükürt içermesindedir. Bu ilâve kükürt korozyona mukavemet ve işlenebilirliği bozmaz.

«KR» Monel, aynen «K» Monel gibi fakat daha üstün işlenebilirliği haizdir.

Inconel, yaklaşık % 77 Ni ve % 16 Cr'lu, yüksek mukavemetli (ısıtılma göre 60-95 kg/mm²) magnetik olmayan alaşım. Tufal dökmediğinden yüksek sıcaklıklarda çalışmalar için geniş ölçüde kullanılır.

Inconel «X», yaşlandırma ile sertleşebilen Ni-Cf alaşımı; magnetik olmayıp sertleştirici element olarak alüminyum, kolombium, titanium içerir. 825°C'a kadar sıcaklıklarda iyi mekanik mukavemeti (soğukta, ısıtılma göre 80-126 kg/mm²) haiz olup korozyon ve yüksek sıcaklıkta oksitlenmeye mukavemet bakımından Inconel'e eşdir.

Inconel «W», yaşlandırma ile sertleşebilen Ni-Cr alaşımı; Inconel «X»'inkinden hafifçe düşük mekanik özellikleri haiz.

Inconel «604», kolombium içeren, yaşlandırma ile sertleşmeyen i alaşımı olup mekanik özellikleri Inconel'inkilerden üstündür.

Inconel «625», molibden ve niobium ile güçlendirilmiş olup bu elementler ona, ısıtılma gerek görülmeden, yüksek bir mekanik nitelikler düzeyi sağlar. Oksitlenmeye mukavemetinin yanısıra bu alaşım başka ortamların da korozyon etkisine karşı koyar.

Inconel «702», Al ve Ti ihtiva eden Ni-Cr alaşımı. Yüksek sıcaklıklarda oksitlenmeye yüksek mukavemetin arandığı hallerde kullanılır.

Inconel «718», yaşlandırma ile sertleşebilen Ni-Cr alaşımı olup 650°C'a kadar sıcaklıklarda fevkalâde yüksek akına sınırını haizdir (ısıtılma göre soğukta 99-120 kg/mm²). Fevkalâde bir kaynak kabiliyetini haiz olup tam ısıtılma işlem görmüş halde kaynak edilebilir.

Ni-o-nel, Ni-Fe-Cr alaşımı olup çeşitli redükleyici ve oksitleyici asitlere, özellikle sülfürik asit (%40'a kadar) ve fosforik asitlere karşı mükemmel korozyon mukavemeti arzeder.

Incoloy «DS», oksitlenmeye ve ısıya yüksek mukavemetli Ni-Fe -Cr alaşımı. Ilımlı sülfitleyici atmosferlere, yeşil küfe, ergimiş siyanürlere ve nötr tuzlara dayanıklıdır.

Incoloy «800», Incoloy «DS» ile aynı fakat daha düşük Si içerikli. Petrokimya sanayiinde kriting ve reforming işlemlerinde olduğu gibi karbonlu hidrojenlerin pirolizi için kullanılır.

Incoloy «825», Cu ve Mo ilaveli Ni-Cr-Fe alaşımı. Özellikle, nitrür ve niobium ilâvesiyle pekiştirilmiş olup 1000°C'a kadar sıcaklıklarda petrokimya endüstrilerinde kullanılır.

Incoloy «825», Cu ve Mo ilaveli Ni-Cr-Fe alaşımı. Özellikle, nitrik-sülfürik-fosforik asit karışımları gibi sıcak asit ve oksitleyici koşullara mukavemet için geliştirilmiştir. Yüksek nikel içeriği alaşıma hafif asidik klorürlerin varlığında gerilme-korozyon çatlakları ve karıncalanma (pitting) etkilerine karşı iyi bir mukavemet verir. Ayrıca mekanik özellikleri de iyidir.

Nimonic «75», Inconel'inkilerle mukayese edilebilir mekanik özellikler, oksitlenmeye ve korozyona mukavemeti haiz Ni-Cr alaşıma.

Nimonic «80A», yaşlandırma ile sertleşebilir Ni-Cr alaşımı; oksitlenmeye, korozyona ve

sürünmeye yüksek mukavemeti haiz olup yüksek zorlamalara maruz parçalarda kullanılır.

Nimonic «90», yaşlandırma ile sertleşebilir Ni-Cr-Co alaşımı olup oksidasyon ve korozyona yüksek mukavemetle birlikte Nimonic «80» inkinden daha üstün sürünmeye mukavemet özelliklerini haizdir.

Genellikle Nimonic alaşımlar gaz türbini parçaları, ısıtım işlem donanımı ve oksitlenmeye mukavemetle birlikte yüksek sıcaklıklarda mekanik özelliklerin gerekli olduğu sair işlerde kullanılırlar.

Hastelloy B, klorhidrik aside mukavemet için geliştirilmiş Ni-Mo-Fe alaşımı; aynı zamanda hidrojen klorür gazı ve sülfürik, asetik ve fosforik asitlere de mukavimdir.

Hastelloy C, korozyona dayanıklı alaşımlardan en çok kullanılanlardan biri olup bir Ni-Mo-Cr-Fe alaşımıdır. Kuvvetli oksitleyici ajanlara ve 1100°C'a kadar oksitleyici ve redükleyici atmosferlere dayanıklı olup yüksek sıcaklıklarda mükemmel mekanik mukavemet özelliklerini haizdir.

Hastelloy D, içine az miktarda sair alaşım elementleri ilâve edilmiş bir Ni-Si alaşımı olup sadece dökme halde bulunur. Bütün yoğunluklarda ve kaynama noktası sıcaklığına kadar sülfürik aside olağanüstü mukavemeti haizdir. Bu alaşım aynı zamanda organik asitler ve asit tuzları da dahil, sair koroziyonlara dayanıklıdır.

Hastelloy R-235, nikel esaslı bir Cr-Mo-Fe'li yatak alaşımıdır. Koroziyon etkilerine dayanan bir Ni-Cr-Mo-Fe alaşımıdır. Alaşım, her yoğunluk ve sıcaklıkta asetik, formik ve nitrik asitlere ve düşük yoğunluk ve sıcaklıklarda sülfürik ve kromik asitlere fevkalâde mukavemet arzeder.

Hastelloy R-235, nikel esaslı bir Cr-Mo-Fe'li yatak alaşımıdır. Oldukça Al ve Ti içerir ve çökeltme ile sertleşen bir malzemedir. Alaşım yüksek sıcaklıkta çalışma için geliştirilmiş olup 950°C'ta iyi mekanik mukavemet özelliklerini haizdir. Bu alaşım sadece hadde ününü halinde bulunursa da ona eşdeğerde bir dökme alaşım olan GMR - 235 satılmaktadır.

Hastelloy W, başlangıçta farklı alaşımları birleştirmek için meydana getirilmiş bir Ni-Mo-Cr-Fe alaşımıdır. İyi yüksek sıcaklık özelliklerini haiz olup geniş ölçüde uçak gaz türbini endüstrisinde kullanılmıştır.

Hastelloy X, yüksek sıcaklıklarda çalışma için geliştirilmiş bir Ni-Cr-Mo-Fe alaşımı olup 1200°C'a kadar yüksek mekanik ve oksitlenme mukavemetini haizdir. Bu alaşım özellikle oksitleyici, redükleyici ve nötr atmosferlere dayanması bakımından faydalıdır.

Yüksek sıcaklıklarda kimyasal ve mekanik olarak stabil ve oksitleyici, redükleyici ve sair yüksek sıcaklıkta koroziyon atmosferlere iyi dayanıklı birçok Ni-Cr alaşımları mevcuttur. Bunlar dökme ve hadde ününü halinde imâl edilip geniş ölçüde rafineri ve çelik haddehane teçhizatında kullanılırlar. Bu alaşımlar genellikle ısıtım işlem ocakları aksamı, semantasyon kutuları, kimyasal proses teçhizatı ve sair yüksek sıcaklıklarda çalışan aparatlarda uygulama yeri bulurlar.

KAYNAK YÖNTEMLERİ

Çeliğe uygulanabilen birleştirme usulleri, bazen küçük değişmelerle, nikel ve yüksek nikelli alaşımlara da uygulanabilir.

Münasip şekilde uygulanan her kaynak yöntemi memnuniyet verici birleşmeler hasıl ettiğinden her durumda yöntem seçimine aşağıdaki faktörler hâkim olur :

1. Kaynak, sert lehim veya lehimden hangisinin uygulanacağını saptanması için teçhizatın maruz kalacağı korozif çevre.

2. Birleştirilecek malzemenin kalınlığı.

3. İstenilen birleşme mukavemeti.

4. Bireysel birleşmelere ve birleşecek parçaların çevresine erişebilme.

Asetilenden başka gazlarla nikel ve yüksek nikelli alaşımların gaz kaynağı, erişilen sıcaklıklar yetersiz olacağından, mümkün değildir.

Bütün yüksek nikelli malzemelerin kaynaklı birleşmelerinde iyi özellikler görülür şöyle ki ne ısı, ne de kimyasal (pasivasyon) kaynak sonrası işlemi, korozyon mukavemetini koruma veya iade etmek amacıyla gerekli olur veya tavsiye edilir. Buna bazı istisnalar aşağıda «kaynağın ısı etkisi ve ısı işlem» bahsinde görülecektir. Mekanik ve korozyon mukavemeti bakımından birleşmeler ana metale eşdeğerde olur. Mamafih bazı şartnamelere uyabilmek veya yaşlandırma sertleşmesi için bir ısı işlem uygulanabilir.

Bu yüksek nikelli malzemelerin uzama katsayıları çeliğinkilere az çok eşit olduğundan kaynak deformasyonları aynı şekilde çelik kaynaklarında görülenlerin aşağı yukarı aynıdır.

Her ne kadar yukardaki tabloda, kullanılabilecek kaynak yöntemleri verilmişse de bunun sadece bir işaret mahiyetinde olup herhangi bir özel yöntemin uygulanmasına malzemenin metalürjik hal ve koşullarının etken olduğu akılda tutulacaktır. Aşağıda söyleyeceklerimiz, yine alttaki tabloda gösterilen koşullarda tavllanmış malzemeye aittir.

Çökeltme sertleşmeli alaşımlar, birleşmede mekanik nitelikleri tam olarak elde edebilmek için tabloda gösterilen kaynak sonrası ısı işlemlere tabi tutulacaklardır.

Katı Eriyik Alaşımları

Katı eriyik alaşımları, ezcümle Nikel (200 ve 201); Monel 400; Inconel 600, 625; Incoloy DS, 800, 807, 825; Nimonic 75, PE 13, Brightray ve Nilo alaşımları her kalınlıkta, oldukları gibi kaynak edilebilirler. Her ne kadar bir miktar soğuk çalışmaya izin verilirse de yukarda söylendiği gibi malzeme, kaynaktan önce tavllanmış halde bulunacaktır. İzin verilen soğuk çalışmaya miktarı alaşıma ve parçanın dizaynına göre değişmekte ise de basit eğme ve kıvrıma işlemleri kaynaktan önce yeniden tavlınmayı mutlaka gerektirmez.

Bu alaşımlarda meydana gelen IEB, «kaynak çürümesi» ya da sivri sertleşme gibi olasılıkları beraberinde getirmez ve normal olarak herhangi bir kaynak sonrası ısı işlem istemez. Arızı olarak, tesisat kostik soda, flüosilikatlar ve bazı cıva tuzlarıyla temas halinde çalışıyorsa, bir gerilim giderme tavi istenebilir.

	Örtülü elektrod	TIG	MIG	Oksi- asetilen	Cu sert lehim
Nikel	X	X	X	X	X
Alçak Karbonlu Nikel	X	X	X	-	X
Duranikel					
Monel	X	X	X	X	X
"R" Monel	X	X	X	X	X
"K" Monel ve "KR" Monel	X	X	-	X	X
Inconel	X	X	X	X	X
Inconel "X"	X	X	-	-	X
Inconel "W"	X	X	-	-	X
Incoloy	X	X	X	X	X
Nimonic "75"	X	X	-	X	X
Ni-o-nel	X	X	X	-	-
Inconel "700"	-	X	-	-	-
Inconel "604"	X	X	X	X	X
Inconel "702"	-	X	-	-	-
Inconel "718"	-	X	-	-	-
Monel "402"	X	X	X	X	X
Monel "403"	X	X	X	X	X
Hastelloy B	X	X	X	-	-
Hastelloy C	X	X	X	-	-
Hastelloy D	-	-	-	X	-
Hastelloy W	X	X	X	-	-
Hastelloy X	X	X	X	-	-
Hastelloy R-235	X	X	X	-	-
x = Uygulanır. - = Uygulanmaz.					

Çökme Sertleşmeli Alaşımlar

Çökme sertleşmeli alaşımlar, ezcümle Monel K-500; Inconel X-750 ve 718i, Nimonic 80A, 90, 263, PE16 ve PK33, maksimum mekanik özelliklerini geliştirebilmek için ısıtılma işlemine gerek gösterirler.

Malzeme	Şekil	Kaynak için malzemenin tercih edilen koşulu Sıcaklık °C	Kaynaktan sonra ısıl işlem Sıcaklık °C
Nikel	Bütün	Tavlama 815-925.HS ⁽¹⁾	Gerekmiyor
Monel 400	Bütün	Tavlama 870-988.HS	Gerekmiyor
Monel K-500	Bütün	Eriyik işlemi 870-980.SD ⁽²⁾	16 sa/590/ocakta 480'e soğuma / HS veya SD
Inconel 600	Bütün	Tavlama 950-1050.HS	Gerekmiyor
Inconel 625	Bütün	Tavlama 925-1040 Eriyik tavlaması 1090-1200	Gerekmiyor
Inconel 718	Bütün	Tavlama Eriyik işlemi	Gerekmiyor
Inconel×750	Bütün	600 m altında çalışmada tavlama 1040.600'm üstünde çalışmada tavlama 1150	4 sa/880+20 sa/700
Incoloy DS	Bütün	Tavlama 950-1050.HS	Gerekmiyor
Incoloy 800	Bütün	Tavlama 1050-1100.HS	Gerekmiyor
Incoloy 807	Bütün	Tavlama 1150	Gerekmiyor
Incoloy 825	Bütün	Tavlama 940-980.HS	Gerekmiyor
Nimonic 75	Bütün	Tavlama 950-1050.HS	Gerekmiyor
Nimonic 80 A	Levha	Tavlama 3 dak/1150/TBS ⁽³⁾	1sa/925/HS+4sa/750/HS
Nimonic 90	Levha	veya SD	
Nimonic 263	Levha	Tavlama 3-10 dak/115/TBS	8 sa/800/HS
Nimonic PE13	Bütün	Tavlama 1180.HS	Gerekmiyor
Nimonic PE16	Levha	Tavlama 15dak/1040/HS	1 sa/900/HS+8sa/750 HS - En üstün sürünme 2 sa/800/HS+16sa/700/HS - En üstün çekme
Nimonic PK33	Levha	Tavlama 10-15dak/1100/TBS	15 dak / 1100 /HS+4 sa/850/HS
Brightray ⁽⁴⁾ B			
Brightray C	Bütün	Tavlama 950-1050.HS	Gerekmiyor
Brightray F			
Brightray S			
Nilo alaşımları ⁽⁴⁾	Bütün	Tavlama 900-1000.HS	Gerekmiyor

(1)Havada soğuma
(2)Suya daldırma
(3)Tuz banyosuna daldırma
(4)Henry Wiggin and Co'nin patentleri

Katı eriyik alaşımlarında olduğu gibi bunlarda da kaynak, tavlı halde yürütülecektir. Bu alaşımlar üzerinde kaynakların çoğunluğu TIG veya direnç kaynağı yöntemiyle olmaktadır.

Inconel 718 dışında bu alaşımların tümü Ni-Al-Ti çökeltme sertleşmesi sistemi üzerine kuruludur. Bu Ni-Al-Ti sistemi bu alaşımları çok hızlı bir çökeltme sertleşmesine

sürüklediğinden, uygun ısı işleminin tatbik edilmemesi halinde IEB'de kaynak sonrasında çatlama meydana gelebilir. Ayrıca bazı alaşımlar, özellikle Nimonic 80A, 00 ve PK33, 5 mm'nin üzerinde ergime kaynağı ile birleştirilemezler: kaynak metali ve IEB'de mikro çatlaklar meydana gelir. Öbür yandan bu üç alaşıma kalın kesitte küt alın flaş kaynağı mükemmelen uygulanabilir.

Inconel 718, çok daha yavaş bir sertleşme meydana getiren Ni-Nb-Al-Ti sistemi tarafından çökeltme sertleşmesine uğratılır. Böylece bu alaşım IEB çatlamasına daha az hassas olup kaynaktan sonra doğrudan yaşlandırılabilir. Bunun dışında başka birçok alaşıma göre tam ısı işleme tabi tutulmuş halde yeniden kaynak edilmeye daha iyi cevap verir.

Yüzey Temizlenmesi

Kaynaktan önce birleşme yerini çevreleyen yüzeylerin temiz olması elzemdir. Bu temizlik işlemi kaynaktan hemen önce uygulanacak olup bütün yağ, kir, kesme sıvıları, oksit tufalı, boya ve atmosferik kirlenmeden hasıl olan ince tabakaların yok edilmesini kapsar. Aksi halde kaynaklar genellikle sıhhsiz olur.

Yüksek sıcaklıklarda yüksek nikelli alaşımlar sülfürlerin etkisine açıktır; Nikel 200 ve 201 ile Monel 400 özellikle sülfüre hassastır. İlk ikisinin ve daha az ölçüde olmak üzere sonuncusunun üzerinde, bu endüstriyel atmosferde stok edildiklerinde, sülfür içeren bir ince tabaka (film) oluşur. Bu türlü bulaşmış malzemenin yüzeyi, basit yağdan temizleme eyleminin yetersiz kalması nedeniyle, abrasif yöntemlerle temizlenecektir. Sülfür aynı zamanda şekil verme veya talaş kaldırma eylemleri sırasında kullanılan yağ ve greslerden de ileri gelebilir ancak bu tür bulaşıcılar bir yağdan temizleme işlemiyle yok edilebilirler. Sülfür içeren filmler, kökenleri ne olursa olsun, kaynaktan önce temizleneceklerdir. Sülfür bulaşması kaynak metalinde çatlak hasıl etmekle kalmayıp IEB'lerde gevrekleşme de meydana getirir.

Krom içeren alaşımlar sülfürün zararlarına daha az hassas olmakla birlikte yine, kaynaktan önce, her türlü sülfürlü bulaşıcıların tam olarak yüzeyden yok edilmesi gereklidir.

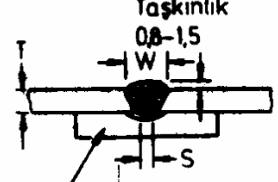
Levha ve boru imalinde çoğunlukla alçak ergime noktalı alaşımlar kullanılır ve nikel alaşımının yüzeyini sarabilen bu malzemelerden her türlü bakiyeler yok edilecektir, aksi halde bunlar kaynak metalinde ağır çatlamaaya götürürler. Çinko esaslı alaşımlardan yapılmış aletlerden geçen çinko, bu tür bulaşmalara bir örnektir.

Bu itibarla, bir paslanmaz çelik fırça, ince taneli taş kullanılarak birleşme yerinin sağ ve solunda en az 25 mm genişliğinde bir alanda kuvvetli bir mekanik temizleme uygulanacaktır. Bunu kimyasal veya solventli yağdan temizleme eylemi izleyecek olup ikincisi tercih edilir ve bunun için karbon tetraklorür ya da trikloretilen kullanılır. Birleşme yerinin bütün yüzeylerinin temiz olmasına özen gösterilecektir. Bu yollarla temiz, yağ, gres ve sair bulaşıcılardan temizlenmiş bir parlak metal elde edilir ve ancak bundan sonra kaynak eylemine geçilir.

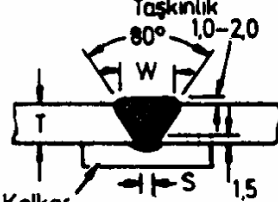
Solvent kullanıldığında, özellikle dar hacimli yerlerde, uygun emniyet önlemlerinin alınması önemlidir.

Ergitme kaynağı süreçleri için birleşme şekilleri

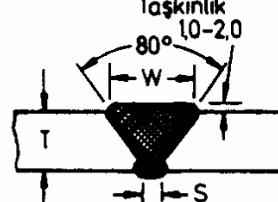
Birleşme tipi	Ana malzeme kalınlığı (T)	Dikiş veya ağız genişliği (W)	Max. kök aralığı (S)
	(mm)	(mm)	(mm)

 <p>Taşkınlık 0,8-1,5</p>	Küt alın		0,8 0,8-1,6
		1,0	
	1,4	4,0	
	1,6	5,0	
	2,5	5,0-6,5	
	3,0	6,5	

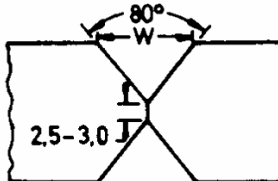
Kalkar bakır destek

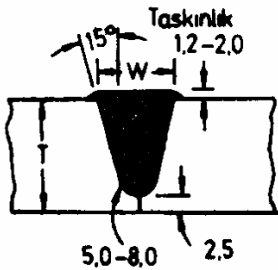
 <p>Taşkınlık 80° 1,0-2,0</p>	"V.. Ağız		3,0 5,0 5,0 5,0 5,0 5,0
		5,0	
	6,0	14,0	
	8,0	16,0	
	10,0	18,0	
	12,0	24,0	
	16,0	30,0	

Kalkar bakır destek

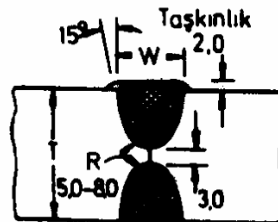
 <p>Taşkınlık 80° 1,0-2,0</p>	"V.. Ağız		2,5 2,5 3,0 3,0 3,0
		6,0	
	8,0	12,0	
	10,0	16,0	
	12	20,0	
	16	28,0	

Destek kullanılmaz.
Kaynağın alt bölümü traşlanıp kaynaklanacak

 <p>80° W 2,5-3,0</p>	Çift "V.. Ağız		3,0 3,0 3,0 3,0 3,0
		12,0	
	16,0	12,0	
	19,0	16,0	
	25,0	20,0	
	32,0	26,0	

 <p>Taşkınlık 15° 1,2-2,0</p>	"U.. Ağız		3,0 3,0 3,0 3,0 3,0 3,0 3,0
		12,0	
	16,0	19,0	
	19,0	21,0	
	25,0	25,0	
	32,0	28,0	
	38,0	30,0	
	45,0	35,0	
	50	38,0	

5,0-8,0 2,5

 <p>15° W 2,0 R 5,0-8,0 3,0</p>	Çift "U.. Ağız		3,0 3,0 3,0 3,0 3,0
		25,0	
	32,0	19,0	
	38,0	21,0	
	50,0	25,0	
	62,0	28,0	

Kaynak Yöntemleri

Örtülü elektrodla kaynak Inconel 718 ve X-750; Nimonic 80A, 90, 263, PE 16 ve PK 33 dışında hepsinde,

TIG kaynağı hepsinde,

MIG, Inconel X-750; Nimonic 80A, 90 ve PK 33 dışında hepsinde,

Plasma-ark ile Elektron huzme kaynakları hepsinde, Tozaltı ile oksii-asetilen kaynakları çok azında,

Direnç nokta, projeksiyon, dikiş ve flaş kaynaklarıyla gümüşlü, bakirli ve nikelli sert lehimler hepsinde, kullanılır.

Kaynağın ancak bir yüzden yapılması mümkünse, kök paso büyük önem taşır. Bu durumda bunun en iyi sonucu bu pasonun TIG ile çekilmesiyle ve uygun destek çubuklarının kullanılmasıyla alınır.

Bu destek çubukları için bakır en iyi malzeme olup bunun oyuğu iyice sığ (maksimum 0,40 - 0,80 mm derinlikte) olacaktır. Boru kaynağında, destek çubuğunun kullanılmaması halinde, borunun içine argon sevkedilmek suretiyle nüfuziyete yardımcı olunur ve dikişaltı temiz kalır.

Oksii-asetilen ve örtülü elektrod kaynağında bakiye dekaplan (fluks) veya cüruf, özellikle parçanın yüksek sıcaklıklarda kullanılması halinde, özenle temizlenecektir. Bunlar yüksek sıcaklıklarda korozif hale gelirler.

KAYNAĞIN ISIL ETKİSİ VE ISIL İŞLEM

Yüksek nikelli alaşımların bir çoğunda ark kaynağı ısısının ana metal üzerinde hiç olumsuz etkisi yoktur. Tek etki kaynağın kenarında dar bir şerit içinde bir tavlama ile hafif bir tane büyümesinden ibarettir. Bu şerit genellikle ısıdan etkilenmiş bölge olarak anılır. Mukavemet ve süneklik hissedilir derecede, sadece ana metalle kaynak metalii ısıdan etkilenmiş bölgeden daha sert oldukları zaman bozulur; plastik olarak uzayacak ilk bölge, ısıdan etkilenmiş bölgenin düşük akma sınırlı kısmı olacaktır. Bu kısım uzayacak ve deformasyon sertleşmesi suretiyle, akış sınır ana metalinki veya kaynak metalinkine yaklaşıp kadar kendini kuvvetlendirecektir. Bundan sonra işbu üç bileşkenin her birinde uzama miktarı, her birinin işleme sertleşmesi derecesine bağlı olacaktır.

Nikel ve yüksek nikelli alaşımların korozyona mukavemeti malzemenin kendisine özgü bir özelliği olduğundan Ni, Ni-Cu ve Ni-Cr alaşımlarından kaynaklı kapların, korozyona mukavemeti sürdürme veya iade etmek için, gerilim giderme veya normalizasyon tavlamasına ihtiyacı yoktur- Bu işlem sadece bazı şartnamelere uymak için gerekebilir.

Hastelloy Ni-Cr-Mo alaşımları çoğunlukla ciddi korozyon ve yüksek sıcaklık koşulları altında çalışmak üzere kullanıldıklarından, kaynağın ısıll etkisi önemlidir. Genellikle ısıdan etkilenmiş bölgede korozyona mukavemet azalmıştır. Bu itibarla, imkân bulunduğu takdirde kaynağı homogenleştirmek için kaynaktan sonra en az bir saat süre ile alaşımların bir «eriyikleştirme» ısıll işlemine tabii tutulması tavsiye edilir. Eğer bu uygulama mümkün olamazsa,

alaşımın aynen kaynaklı haliyle kullanılmalıdır.

Bu tavsiyeler, R-235 ve X alaşımları dışında bütün nikel esaslı Hastelloy alaşımları için geçerlidir. Hastelloy R-235 ve alüminyum ve titanium içeren sair alaşımların yüksek sıcaklıkta mukavemeti yaşlanma ile gelişir. Bunun sonucunda, bir «eriyikleştirme» işlemi, yaşlandırmadan önce, kaynak işlemini izlemelidir. Hastelloy X, kaynaklı haliyle aynen kullanılmalıdır.

Diğer Ni-Cr-Mo alaşımlarına gelince, kaynak, Hastelloy D alaşımının korozyon mukavemetini bozar. Optimal korozyon mukavemetini ve en düşük sertliği elde etmek için alaşım «eriyikleştirme» işlemine tabi tutulmuş halde (ortalama 1000°C, ocakta soğuma) kullanılacaktır. Keza kaynak alanında optimal özellikleri iade etmek için dökümler de bu işleme tabi tutulacaktır.

KAYNAKLARDA SÜNGERLEŞME

Daha önce oksijen ve hidrojenin (veya rutubetin) kaynaklarda süngerleşme (gözenekler) oluşturduğundan söz etmiştik. Bu hal, paslanmaz çeliklerde olduğu gibi nikel esaslı alaşımlarda da görülür. Burada buna azotu da eklemek gerekir, şöyle ki azotun nikel esaslı alaşımlar içinde erime kabiliyeti katılmasında anî olarak azalır. Nikel kaynaklarında karşılaşılan gözeneklerin başlıca sorumlusunun azot olduğu ispat edilmiştir.

Bu süngerleşmeden kaçınmak için birleşecek kenarların ve kaynak malzemesinin, arkın ısısından gaz halinde ayrışma ürünleri verebilecek maddelerden (oksitler, yağlar, boyalar, mürekkep veya tebeşirler v:s.) yukarıda söylendiği gibi temizlenmesi için bütün önlemler alınacaktır. Ayrıca sıvı kaynak banyosunun atmosferden korunmasına da itina edilecektir. Bu önlemler çoğu kez yetersiz olmakta, biraz alüminyum ve titanium içeren kaynak malzemesi kullanılarak bir metalürjik çözüm yoluna baş vurulmaktadır: bu elementler, azot ve oksijene büyük eğilimleri sayesinde sıvı banyosunun etkili bir degazajını sağlarlar. Ana metalde bu elementler her zaman bulunmaz: bu nedenle, parçaların kalınlığı gerektirmese bile, nikel esaslı alaşımların alüminyum ve titanium içeren bir kaynak malzemesiyle kaynağı tercih edilir.

Kaynak malzemesiz otomatik TIG kaynaklarında diğer gazların hasıl ettikleri gözenekleri azaltmak için bazı hallerde hafifçe hidrojen karıştırılmış argon kullanılır; mamafih bu ilâvede % 5'i geçmemelidir. Aksi halde hidrojenin kendisi bu kez gözenek hasıl eder.

Ve nihayet MIG kaynağında sadece saf argon kullanılması tavsiye edilir.

YÜKSEK SICAKLIKTA ÇATLAMA

Nikel esaslı alaşımlar yüksek sıcaklıkta dendritler arası çatlama hassastırlar. Olgu, genel hatlarıyla, Schaeffler diyagramı anlamında saf austenitik paslanmaz çeliklerde karşılaşılan benzer. Çatlama keza, katılma dokusunun birleşmelerinde, saflığı bozan maddeler veya kükürt, fosfor, oksijen, silisyum gibi elementlerin katılmasında toplanmalarından (segregasyon) sonuçlanan sıvı veya gevrek filmlerin varlığıyla izah edilir.

Nikel esaslı alaşımlarda buna bir de, bu alaşımlarda az eriyen, kurşunu eklemek lâzımdır; kurşun, çok az miktarda bulursa bile dendritler veya taneler arası sıvı filmler mekanizmasıyla

yine çatlama hasıl edebilir.

Keza kükürtün çok belirli etkisi üzerinde de durmak gerekir. Kükürt, nikelle alçak ergime noktalı bir ötektik hasıl eder; bu ötektik metali çatlamaaya çok hassas kılar. Yağ kalıntıları, içinde kükürt bulunan boya veya kalem izleri metalin yüzeyinde mevcut olunca bu element, austenitik paslanmaz çelikler üzerinde yüzeysel bakır bulaşmaları konusunda söylenenlere benzer bir mekanizma ile ısıdan etkilenmiş bölgelerde çatlama meydana getirebilir.

Çatlamayı önleyecek önlemlerden ilki, tabii olarak soğuma çekmesi gerilmeleri asgari olacak şekilde birleşmelerin tasarlanmasıdır. Çekme gerilmelerinin giderilmesinin zor olduğu yüksek sıcaklıkta çok mukavim alaşımlar çoğu zaman kuvvetlice tespit edilmiş parçaların imaline girer (örneğin türboreaktörler).

Genel kaide, kaynaklı konstrüksiyonlarda kükürt, fosfor, oksijen, ve mümkün olan hallerde, silisyumdan yana yeterince fakir ana metal ve özellikle kaynak metali kullanmaktan ibarettir. Özellikle ana metalin kükürt oranının % 0,020 - 0,025'in, kaynak metalininki de % 0,015'in altında bulunması arzu edilir.

Keza kaynak metali ve birleştirilecek kenarların kükürt veya kurşun ithal edebilecek yağ, boya kalıntıları veya kalem izleriyle bulaşmamış olması için ciddi tedbirlerin alınması önemlidir.

Bazı kaynak malzemeleri nispeten yüksek oranda (% 2,5-7) manganez içerirler ki bu takdirde çatlamaaya mukavemetin biraz düzeldiği sanılır.

Tam katılaşmaya kadar, teşekkül ettikçe çatlakları doldurmaya yeterli miktarda bulunması halinde ergiyebilir bir fazın varlığı çatlama bakımından faydalıdır. Bundan istifade ederek % 16 Cr, % 10 Fe, Mo ve Ti içeren nikel esaslı bazı kaynak metallerine % 2 ilâ 3 niobium ilâve edilmiştir, Bu alaşımlarda motorum karbon, azot, silisyum ve belki de manganezle kompleks bir ötektik oluşturur ve fiili olarak % 2 veya daha fazla niobiumun çatlamaaya mukavemeti artırdığı görülür. Buna karşılık niobium oranı % 1 civarında olursa ters etki yapar.