

TİTANYUM VE ALAŞIMLARININ KAYNAK KABİLİYETİ

Yukarda söylendiği gibi Ti ve alaşımlarının gazlara karşı duyarlılığı, çeşitli kaynak yöntemlerinin kullanılmasını sınırlamakta ve bir dizi ek önlemin alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Bu sınırlamalar bir yana bırakılarak, bütün Ti malzemelerinin büyük bölümünün iyi bir kaynak kabiliyeti ile belirgin olduğu söylenebilir.

Kaynak tekniğinin bilinen temel esasları, ezcümle temizlik, birleşme yeri düzeni (iç gerilme yığılmalarından kaçınma) vb. ne uyulduğunda gözeneklilik ve çatlak beklenmez. Sadece, örneğin TiA17Mo4, TiA16VSn2 ve TiA14MoV3 gibi bazı yüksek mukavemetli alaşımlar, yüksek akma sınırı/çekme mukavemeti oranları dolayısıyla, gecikmeli (soğuk) çatlak oluşturma, gerilme korozyonu ve sertleşme eğiliminde olurlar. Bir gerilim giderme tavlaması veya, mümkünse, tam bir ısıtma işlemi, bunları önlemede yardımcı olabilir.

Özetle, alaşımsız Ti ve bütün α alaşımları kaynak edilebilirler. Ti6Al4V $\alpha + \beta$ alaşımı ile öbür hafifçe β stabilleştirilmiş alaşımlar da kaynak edilebilirler, ancak kuvvetli β stabilleştirilmiş $\alpha + \beta$ alaşımları kaynakta gevrekleşirler. β alaşımlarının çoğu başarıyla kaynak edilebilirler. Bununla birlikte kaynağın yaşlandırma sertleştirilmesiyle kuvvetlendirme işlemi dikkatle uygulanacaktır şöyle ki bazı β alaşımlarında yaşlandırılmış kaynaklar tamamen gevrek hale gelebilir.

Alaşımsız titanium'un bütün grade'leri mutlak olarak, soğuk işlenmiş halde değil, tavllanmış koşulda kaynak edilebilirler.

Alfa-beta alaşımları. Ti6Al4V, tavllanmış koşulda veya eriyik işlem ve kısmî Ti8AlMoIV, daima tavllanmış koşulda kaynak edilirler.

Alfa-beta alaşımları. Ti6Al4V, tavllanmış koşulda veya eriyik işlem ve kısmî yaşlanma koşulunda kaynak edilebilir, yaşlandırma kaynak sonrası gerilim giderme işlemi sırasında tamamlanır.

Soğuk işlemeyle kuvvetlendirilebilen alaşımsız titanium ve α alaşımlarının tersine, $\alpha + \beta$ ile β alaşımları ısıtma işlemiyle kuvvetlendirilebilirler.

$\alpha + \beta$ alaşımlarının çoğunun düşük kaynak sünekliği, kaynak bölgesi veya IEB'de vaki faz dönüşümlerinden (w fazı) ileri gelir. Bu nedenle $\alpha + \beta$ alaşımları, ergime bölgesinin β içeriğini düşürüp kaynağın sünekliğini artırmak üzere alaşımsız Ti veya α Ti alaşımı ilâve metalleriyle kaynak edilirler. Ancak hassas alaşımlarda bu tür ilâve metallerin kullanılması, IEB'nin gevrekleşmesini önlemez.

Beta alaşımları Ti3Al11V11Cr, Ti4.5Sn6Zr11.5Mo, Ti8Mo8V2Fe3Al ve Ti3Al18V6Cr4Zr4Mo, tavllanmış ve ısıtma işlemi koşulunda kaynak edilebilirler. Kaynaklar, kaynaklı halde mukavemetten yana zayıf fakat sünekler ve β alaşım kaynaklı konstrüksiyonlar çoğu kez bu

koşulda kullanılırlar. Tİ3A113V11Cr alaşımında kaynaklar, yaşlandırma sertleşmesiyle ciddi ölçüde gevrekleşirler. Tam mukavemet elde etmek için β alaşımları tavlanmış koşulda kaynak edilebilirler, kaynak kaynakçı çekiciyle döğülerek veya yassıtılarak soğuk işlenir ve konstrüksiyon bunlardan sonra eriyik işlemine tabi tutulup yaşlandırılır. Bu süreçle kaynakta uygun süneklik elde edilebilir.

Uzay endüstrisinin gelişmesi, nakil aracı malzemesi gereksinmelerinde hayli değişmeyi mucip olmuş ve gözler, yüksek sıcaklıklarda ileri mukavemet düzeyleri arzeden titanium alaşımlarına çevrilmiştir. Bu bağlamda iki Ti saç alaşımının kaynak kabiliyeti üzerinde yapılmış deney sonuçlarını aşağıda özetle veriyoruz.

Bu vesileyle de "kaynak kabiliyeti" ifadesinin, uygulanan kaynak sürecine göre değişebileceğini hatırlatalım. Bazı yöntemler olumlu sonuç verirken bazıları memnuluk verici sonuca götürmeyebilir.

Bais konusu iki alaşım, Ti6A16V2Sn ile Tİ8A1-1M0-1V olup bunların kaynak kabiliyetinin araştırılmasında TIG, elektron huzme ve direnç nokta kaynakları kullanılmıştır. Bu her iki alaşımın yukardaki tablolarda yer aldıklarını görmüştük. Deney sonuçları şöyle özetleniyor:

1) Ti6A16V2Sn ile Tİ8A11Mo1V saç alaşımlarının her ikisi de TIG veya elektron huzme yöntemlerinin herhangi birisiyle kaynak edilebilmekte, Tİ8A11Mo1V alaşımı öbürüne göre daha yüksek kaynak kabiliyeti arzemektedir.

2.)Elektron huzme kaynağı burada klasik TIG kaynağına göre bir avantaj sağlamamaktadır.

3.)Bu alaşımların kaynağında (aşağıda görülecek) temizlik önlemleri kesinlikle uygulanacaktır. Sürüklenen koruma, kenarların çekme eğeemesi ve kimyasal temizlik, memnuluk verici kaynaklar elde etmek için zorunlu olmaktadır.

4.)Tİ8A11Mo1V alaşımı 0.045 ve 0.090 in (1.15 ve 2.30 mm) kalınlıklarda kolaylıkla direnç nokta kaynağı edilebilmiş olup her iki kalınlık MIL-W-6858 B nin gereklerine göre nitelendirilmiştir.

5.)Ti6A16V2Sn alaşımı 0.040 in (1.0 mm) kalınlıkta nokta kaynağı ile birleştirilmiş ve MIL-W-6858 B'ye göre nitelendirilmiştir. 0.08 in (2.0 mm) kalınlıktaki saça nokta kaynağı yapılamamıştır.

6.)Her iki alaşım mükemmel yüksek sıcaklık nokta kaynağı mukavemeti arzetmişlerdir.

İleri uçak ve motor sistemlerinden hergün artan performans talepleri, daha büyük mukavemet ve daha fazla ısıya dirençli Ti alaşımları gereksinmesine götürmüştür. Birçok uygulama bunların kaynaklı konstrüksiyon olarak kullanılmalarını gerektirmektedir.

İleri Ti alaşımlarında artan miktarlarda β 3 stabilleştirici element (Mo, Fe, V vb.), bildiğimiz gibi, kaynak kabiliyetini azaltma eğilimi göstermiştir. Ti6A12Sn4Zr2Mo " α eğilimli β " alaşımı, kaynak soğuma temposunun küçük değişmelerinden ileri gelen tutarsız ark

kaynağı mekanik karakteristikleri arzetmek-tedir. Ti6A16V2Sn $\alpha + \beta$ alaşımı, klasik ergime kaynağıyla birleştirilip ısıtılma tâbi tutulduğunda, düşük süneklik ve tokluğu haiz olmaktadır. Benzer şekilde Ti8Mo8V2Fe3Al metastabil β alaşımından ergime kaynaklı konstrüksiyonlarda, yetersiz sünekliğe rastlanmıştır.

Bütün bu olgular, işbu yüksek mukavemetli Ti alaşımlarının kaynağında her zaman memnurluk verici niteliklerin elde edilmesinin güçlüğüne ortaya koymaktadır. Bu malzemelerdeki zararlı kaynak niteliklerinden sorumlu $\alpha - \beta$ faz dönüşümleri ve çökeltme reaksiyonlarını denetim altında tutmak üzere tek bir kaynak ve ısıtılma sürecinin geliştirilmesi gerekmiştir, örneğin, ısıtılma ile kaynağın ısıtılma ve soğuma tempolarının denetiminin Ti6A16V2Sn kaynaklarının tokluğunu artıracığı belirlenmiştir.

Bu bağlam içinde yapılmış çalışmalar, Ti6A16V2Sn ve Ti8Mo8V2Fe3Al alaşımlarının tek bir kaynak sonrası ısıtılma işlemlerle TIG kaynağı sünekliliğinin anlamlı şekilde artırılabilirdiğini göstermiştir. Bu ısıtılma işlemler, kaynaktan çıkmış hal veya klasik kaynak sonrası ısıtılma koşullarına göre kırılmaya daha çok dayanıklı olan α fazı yapısında IEB meydana getirmişlerdir.

İleri Ti alaşımlarının kaynaktaki durumlarının anlaşılması için $\alpha + \beta$ Ti6A12Sn4Zr6Mo (Ti-6246) alaşımının kaynak metalürjisi incelenmiştir. Bu yüksek mukavemetli malzeme yüksek sıcaklıklarda öbür $\alpha + \beta$ alaşımlarına göre çok daha dayanıklıdır. Ancak, yüksek ölçüde sertleştirici içeriği ve β stabilleştirici element miktarı dolayısıyla, öbürlerine göre kaynak daha çok sorun yaratacağı sanılmaktaydı. Araştırma sonuçları aşağıda özetlenmiştir:

1.)Ti-6246 alaşımı üzerinde TIG kaynaklan, kaynaktan çıktığı halde ve normal doğruca yaşlandırma/gerilim giderme ısıtılma işlemlerinden sonra, fevkalâde sert ve gevrek olmuşlar. Bir tam eriyik ve yaşlandırma kaynak sonrası ısıtılma işlemi sertliği azaltmışsa da sünekliliği önemli ölçüde artıramamıştır.

2.)Bu kaynakların sert, gevrek durumunun nedeni, kaynak ve IEB'de, kaynaktan itibaren soğuması sırasında, hızla kendi kendine yaşlanan bir baklava kesitli martensitin oluşması idi. Bir normal doğruca yaşlandırma/gerilim giderme kaynak sonrası ısıtılma işlemi sadece bu reaksiyonu yaymıştır.

3.)Kaynaktan sonra eriyik ısıtılma işlemleri, zararlı baklava kaideli martensiti yok etmiştir. Bununla birlikte bu işlemler, IEB'lerde ilk β tane sınırları, boyunca sürekli α fimsinin homogen olmayan çökeltmesini mucip olmuşlardır.

4.)Bir kaynak sonrası ara ısıtılma işlemi geliştirildiğinde, Ti-6246 alaşımının kaynak kabiliyetini düzeltmekte başarılı olunmuş. Bu ısıtılma işlem, baklava kaideli martensiti yok ederken bütün kaynak ve IEB içinde uniform bir α çökeltmesi meydana getirmiştir.

Bu birkaç örnek, Ti alaşımlarının kaynak kabiliyetinin ıslahı konusunun güncelliğini koruduğunu gösterir.