

## TANTALIN KAYNAĞI

Tantal yeryüzünde daha çok niobiumla birlikte bulunur. Her iki metalin birçok kimyasal, fiziksel ve metalürjik nitelikleri aynı olduğundan bunların ayrılmaları güçlük arz etmektedir. Birçok kimyasal işlemden sonra elde edilen tantal tozu bloklar halinde sinterlenir ve elektron huzmesiyle ergitilir. Ergitme hızının değiştirilmesi ve birbirini takibeden yeniden ergimelerle çok saf, pratik olarak gazdan arınmış tantal elde edilebilir. Bundan sonra yassılma, döğme ve haddeden çekme (tel, profil) işlemleri oda sıcaklığında yürütülebilir ve bu arada soğukta mukavemet alma hali ara tavlama ile giderilir.

## TANTALIN NİTELİKLERİ VE KULLANIM YERLERİ

Tantal çelikten yaklaşık iki kat daha ağır (özgül ağırlığı  $16.6 \text{ gr/cm}^3$ ) olup yüksek bir ergime noktasına ( $3000^\circ\text{C}$ ) sahiptir. Bütün özel metaller gibi gazlara duyarlı metaller ailesine mensuptur. Dolayısıyla tantalın sıcakta yüksek mukavemetinden ( $1650^\circ\text{C}$ 'ta  $17 \text{ ilâ } 20 \text{ kp/mm}^2$ ) ancak vakum ya da sürekli koruma gazı atmosferi altında faydalanılabilir.

Başlıca kullanıldığı alanlarından biri elektronik endüstrisi olup tantal ve sırasıyla % 7.5 W lı bir tantal alaşımı, enerji, akseleratör boruları, röntgen boruları vb. de tercih edilir. Tantal, niteliği itibarıyla, yüksek sıcaklıkta gazları kimyasal olarak bağladığından, borularda vakumu korumakta ("getler" rolü oynamakta) kullanılır. Bunların dışında tantal, belli koşullar altında, bir redresör etkisi yapan bir anodik oksidasyon üst yüzey tabakası hasıl etme niteliğini de haizdir. Tantal oksit tabakasının bu özellikle yüksek gücü itibarıyla fevkalâde küçük redresörler, kondansatörler, elektrodlar ve özel elektrik parçalarının imalinde büyük anlam taşır.

Tantalın başlıca kullanıldığı alanı şüphesiz kimya aparatları imalidir. Tok, yoğun ve ana metala sıkı yapışmış oksit kabuğu tantala bir olağanüstü yüksek korozyon mukavemeti vermektedir. Hidroflüorik asit, kostik potas eriyiği ve sıcak konsantre sülfürik asit dışında tantal, bütün kimyasal agresif akışkan ve metal ergiyüklerine dayanıklıdır. % 18 ilâ 28 Mo ile alaşımlandırılmış tantali hidroflüorik asit bile etkilemez.

Isı eşanjörleri, sıcak serpantinler, distilasyon kolonları, her tür kap tantaldan imal edilebilir veya tantalla kaplanabilir. Sentetik elyaf endüstrisinde mekikler tantaldan yapılmakta olup cerrahide (ortopedi) bu metal tel, levha, iğne vb. çok yönlü kullanıldığı alanı bulur.

## KAYNAK UYGULAMASI

Ta da, ısı iletkenliği yüksek ( $0.20 \text{ kal/cm.sn.}^{\circ}\text{C}$  — X12CrNi188 çeliğindeki  $0.035 \text{ Kal/cm.sn.}^{\circ}\text{C}$ ), ısıl genleşme katsayısı düşük ( $8,8 \cdot 10^{-6} \text{ cm/cm.}^{\circ}\text{C}$  — X12CrNi188 inki  $16 \cdot 10^{-6} \text{ cm/cm.}^{\circ}\text{C}$ ) bir metal olup verdiğimiz bu değerler, ergime noktasına kadar sıcaklık aralığındaki ortalama değerlerdir. Bununla da, örneğin TIG kaynağında, bu oranlarda yüksek kaynak akım şiddetleri gerekli olacaktır.

Dört refrakter (ısıya dayanıklı) metalden(\*) (W, Mö, Cb, Ta) en kolay kaynak edilebileni tantaldir. Yukardaki nitelikleri sayesinde  $0.15 \text{ mm}$  veya daha büyük kalınlıklar kaynak için hızla yüksek sıcaklıklara ısıtılacaklardır.

Ta, talaşlı ve talaşsız olarak işlenebilir ve sadece soğuk şekillendirilmede bir mukavemet artışı arzeder (tabloya bkz.). Bu artış, kaynak sırasında IEB ile kaynak bölgesinde kaybolur. Sadece eski yılların sinterlenmiş tantal malzemeleri kaynakta gözenek hasıl edip günümüzün mutad ark ve EB ergitmeli tantal türleri gözenek ve çatlak meydana getirme eğiliminde değillerdir.

(\*) Demirinkinden yüksek ergime noktasını haiz metallara refraktör metal denir. Mühendislikte büyük anlamı olan refrakter metaller Nb, Mo, Cr, Ta ve W olup bunların ergime noktaları sırasıyla  $2415^{\circ}$ ,  $2625^{\circ}$ ,  $1900^{\circ}$ ,  $2996^{\circ}$  ve  $3410^{\circ}\text{C}$ 'tir.

### 0.25 mm kalınlıkta tantal sacın mukavemet değerleri

| Koşul         | Tavlanmış Şekillendirilmiş |       |     |
|---------------|----------------------------|-------|-----|
|               |                            |       |     |
| Çekme muk.    | $\text{kp/mm}^2$           | 35    | 77  |
| Kopma uzaması | %                          | 40    | 21  |
| Sertlik HV    | $\text{kp/mm}^2$           | 65-70 | 120 |

Korozyona mukavemet açısından ana metalla IEB ve ergime bölgesi arasında herhangi bir fark kaydedilmemiştir.

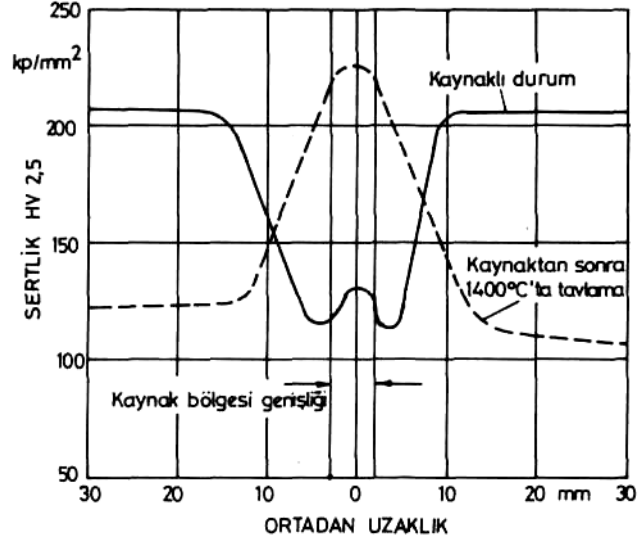
Artan sıcaklıkla Ta, atmosferik gazları, ezcümle oksijen, azot ve hidrojeni masseder ve tokluktan oldukça kaybeder (aşağıdaki tabloya bkz.). Tavlanmada hidrojeni dışarı atarsa da kaynak yerine her türlü hava girişi önlenecektir.

### Çeşitli gazlarda ısıtılan tantalın tutumu

| Gaz                       | Sıcaklık °C                  | Tutum   |
|---------------------------|------------------------------|---|
| Oksijen                   | ≤ 100                        | Uzun süreli etkiye bile dayanıklı   |
| Hava, su buharı<br>(1 at) | ≥ 260<br>400<br>600<br>> 700 | Oksitlenme ve gevrekleşme başlar<br>Mavi meneviş rengi<br>Gri meneviş rengi<br>Hızlı oksitlenme, beyaz toz (tantal pentoksit Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) oluşumu |
| Azot<br>(1 at)            | ≤ 150<br>≥ 200<br>> 800      | Uzun süreli etkiye bile dayanıklı<br>Gevrekleşme başlar<br>Nitrür oluşması  |
| Hidrojen<br>(1 at)        | ≥ 100<br>> 700               | Tane sınırlarında Ta-H birleşimi ile artan gevrekleşme<br>Vakumda hidrojenin tamamen atılması   |

Yüksek rekristalizasyon eğilimi dikkate alınarak tantal boşaltılmış koruma gazı odasında veya vakumda EB ile kaynak edilecektir. Küçük, erişilebilir kaynak ağızlı işparçalarına mutlak gaz siperli(yayıncılı) tertibatla koruma gazı kaynağı yapılabilir; ancak kalite niteliklerinde düşme görülebilir. Özellikle ilâve metalla TIG kaynağında yüksek ölçüde oksitlenme ve de azot ve hidrojen difüzyonu tehlikesi mevcuttur. Kaynak çubuğunun hareketiyle ve ısınmış çubukların koruma gaz örtüsü dışında soğumasıyla hava da kaynak yerine girebilir.

Bütün bu saflığı bozan maddelerin mikro-sertlik üzerine etkisi, Şekil 310'da görülür. Ergime bölgesi ve IEB deki sertlik teknesi soğuk pekişmenin kaybolduğunu açıkça gösterirken bu malzeme alanında bir tavlama işleminden sonra yeniden bir sertlik yükselmesi kaydediliyor, örneğin, ilâve metal çubuğunun harekete getirdiği hava daha sonra soğumakta olan dikişin üst yüzeyine oksitler bağlayacak olup çok gevrek olduğu bilinen bu bağlantılar tavlama sırasında ergime bölgesi metalinin içine difüze olur ve gözlenen sertlik artışını yok eder ki bu durumda bu artış az olup dolayısıyla müsaade edilebilir ölçüde olur.



Şekil:310-0.5 mm'lik Ta saça TIG kaynak dikişinin enine sertlik değişmesi

## KAYNAĞA HAZIRLIK

2 mm kalınlığa kadar işparçaları uçları yukarı kıvrık, bindirme ve küt alın şeklinde, ilâve metallsiz olarak kaynak edilir (Şekil: 311). Daha kalın parçalara 60° V ağızı açılır ve tel ya da uygun genişlikte kesilmiş band ilâve metal kullanılır.

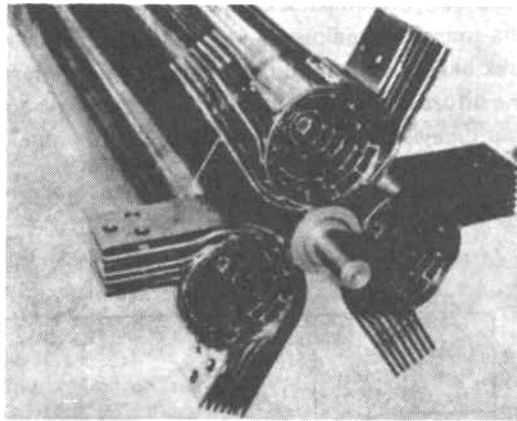
Temizlik ya da kir ve oksit kalıntılarının yok edilmesi için aşağıdaki dekapaj eriyiği önerilir.

**Şekil: 311** — TIG ile kaynak edilmiş bağlantılı Ta ısıtıcı (radyatör) gövdesi. hacmen

% 55 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (%95 kons.)

% 25 HNO<sub>3</sub> (%70 kons.)

% 20 H<sub>2</sub>F<sub>2</sub> (%7048 kons.)



Dekapaj süresi, oda sıcaklığında, 30 ilâ 120 sn. dir.

## TIG KAYNAĞI

Emin, ancak masraflı bir yöntem, boşaltılabilir koruma gaz odasında TIG kaynağı olup kaynak parametreleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Ta saçların TIG kaynağı için parametreler (DADK)

| SAC KALINLIĞI<br>mm | ELEKTROD Ø<br>mm | KAYNAK HIZI<br>cm/dak. | AKIM ŞİDDETİ<br>A | MÜLAHAZAT           |
|---------------------|------------------|------------------------|-------------------|---------------------|
| 0,3                 | 1,6              | 50                     | 45                | Tam otomatik kaynak |
| 0,5                 | 1,6              | 62                     | 80                | Tam otomatik kaynak |
| 0,75                | 1,6              | 62                     | 100               | Tam otomatik kaynak |
| 0,75                | 1,6              | -                      | 80                | Elle kaynak         |
| 1,0                 | 2,4              | 50                     | 125               | Tam otomatik kaynak |
| 1,25                | 2,4              | 50                     | 150               | Tam otomatik kaynak |
| 1,5                 | 3,2              | 50                     | 160               | Tam otomatik kaynak |
| 1,5                 | 3,2              | -                      | 120               | Elle kaynak         |
| 2,0                 | 3,2              | 50                     | 180               | Tam otomatik kaynak |

Ta işparçalarının büyük distorsiyon arzeleri halinde sadece, vakumda 30 dak. süreyle 1400°C'ta bir gerilim giderme tavlama önerilir. Gaz siperli TIG kaynağında, kök tarafından da ilâve argon koruması gereklidir.

## ELEKTRON HUZME KAYNAĞI

Tantalın EB kaynağı, malzeme koşuluna bağlı hiçbir güçlük arzemez. Yakl.  $10^{-4}$  torr çalışma basıncı, gaz absorpsiyonu ile hasil olan her türlü gevrekleşme olasılığını ortadan kaldırır.

Distorsiyon ve kaynak sarkmasını önlemek üzere bakır soğutucular kullanılır. Bunlar parçaların vakum odasında kalma süresini kısaltırlar ve böylece de tane büyümesini sınırlandırır.

Başka refrakter elementler içeren alaşımlarının kaynak kabiliyeti, alaşımsız tantalınkine göre bir miktar azdır. Yüksek buhar basıncı dolayısıyla, vanadium içeren alaşımlar TIG ile daha iyi kaynak edilir. Çok mutad alaşımlardan biri aşağıdaki örnekte ayrıntılarını verdiğimiz Ta-10 W dir.

Bir kaynak odasında asal gaz altında TIG ile de kaynağı mümkün olan Şekil 312'deki kapsül, birleştirme nitelikleri hususundaki kuşku bertaraf etmek üzere, EB ile kaynak edilmiştir. Kaldı ki TIG kaynağı, daha geniş kaynak bölgeleri, daha büyük ısı girdisi ve daha geniş IEB ile tane büyümesinin derecesini artırıp sürünme kopması mukavemetini azaltabilirdi. EB lehine kararda etkin olan bir başka husus da, vakum altında kaynağın, alaşımın yüksek ölçüde

duyarlı olduğu gaz bulaşmalarını asgariye indirmesi olmuştu. Bakır soğutucular distorsiyonu önlemek ve vakum altında soğuma süresini kısaltmak ve böylece de tane büyümesini sınırlamak için kullanılmış.

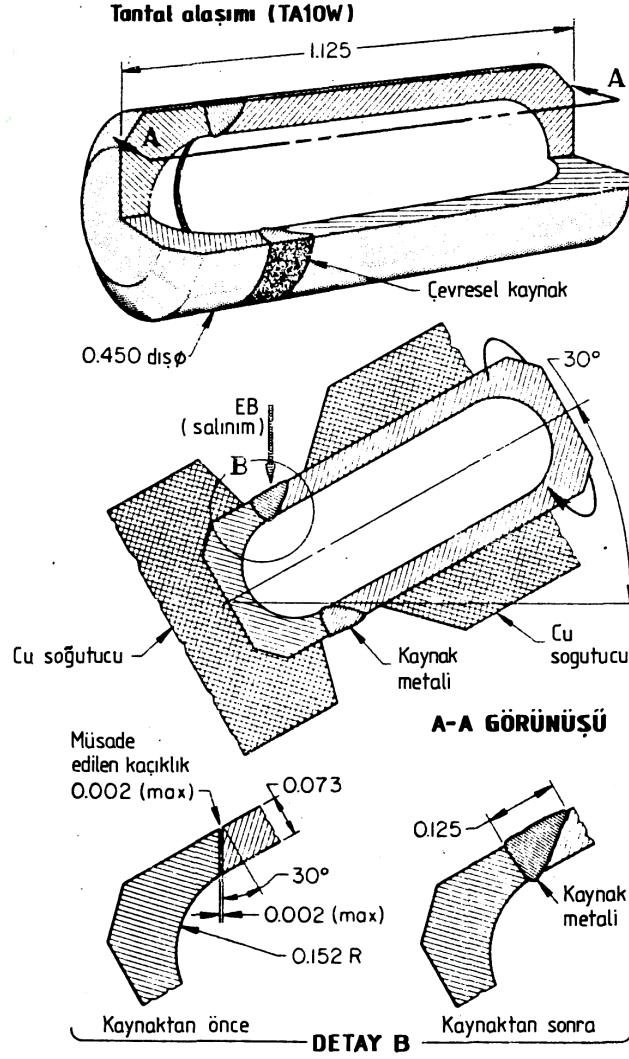
Tantal, ısıl işleme sertleştirilemediğinden, sertleşme kabiliyeti, bu haliyle, ön ısıtma veya soğutmada bir etken olmamıştır.

Hem önısıtma hem de huzme salınımı, kaynağın iç ve dış yüzeylerinde istenen dikiş şeklini elde etmek ve iç püskürmeleri azaltmak için gerekli görülmüştür.

Bu alaşımın kaynağının sorunlarından biri, ergimiş metalin çok yüksek yüzey gerilimi nedeniyle, kaynağın kökten birleşme yerinin içine doğru çekilme eğilimi (belki de bir iç basınç oluşmasının yardımıyla); bir başkası da ilk tutuşturmada meydana getirilmiş deliğin doldurulması idi. Bu sorunların üstesinden önısıtma ve huzme salınımı (1 mm) ile gelinmiştir.

Önısıtma, EB ile alçak güçte (kısmen odak dışına kaymış) üç paso çekerek gerçeleştirilmiş. Üçüncü pasodan sonra kaynak için güç artırılmış ve kaynak tek pasoda yapılmış.

Kalite güvenilirliği(\*) esas olduğuna göre bir vakum pompolaması başına sadece tek bir kapsül kaynak edilmiş. Tahribatlı deney için % 10 gibi yüksek bir oranın uygulanmış olması, konunun, sadece tahribatsız muayeneye güvenilemeyecek kadar önemli olduğunu gösterir.



Şekil:312 - Yüksek sürünme kopması mukavemetinin arandığı bir Ta alaşımı kapsülün tam nüfuziyet kaynağı.

|                  |                                  |              |                            |
|------------------|----------------------------------|--------------|----------------------------|
| Kaynak vakumu    | 10-4 ila $5 \times 10^{-5}$ torr | Önsıtma gücü | 120 kV, 5.5 mA             |
| Pompalama süresi | 5 dak.                           | Paso sayısı  | Dört (3 önsıtma, 1 kaynak) |
| Kaynak gücü      | 120 kV, 10 mA                    |              |                            |

## DİRENÇ KAYNAĞI

0.5 mm'nin altında tantal saçları tercihan direnç kaynağıyla birleştirilir. Havada gevrekleşmeyi yok etmek için örneğin nokta kaynağında nokta süresi en az peryoda indirilir. Su altında dikiş kaynağı da uygun olabilmektedir şöyle ki kaynak alanı içinde soğuma hızı, aşırı bir oksidasyonu aşağıda tutar.

Titaniumdan ısı eşanjörlerde bazen, kimyasal koşulların gereği, tantal boruların kullanılması öngörülür. Gerçekten Ta'da ısı intikali, bu metalin çok daha yüksek ısı iletkenliği sayesinde daha iyi olup bu metalin ayrıca "kireç bağlama"ya eğilimi daha azdır. Bu takdirde bir

Ti-Ta kaynağı bahis konusu olmaktadır ki güçlük, bu iki metalin bazı müşterek yanları (gazlara duyarlılık vb.) dışında mevcut fiziksel farklılıklardan kaynaklanır, ezcümle:

|  | Ti    | Ta   |
|--|-------|------|
| Ergime noktası °C                              | 1660  | 3000 |
| Isıl iletkenlik kal/cm.sn °C                   | 0.039 | 0.2  |
| Isıl genleşme kats. LO- <sup>6</sup> .cm/cm.°C | 9.4   | 8.8  |

Görüldüğü gibi tantalin ergime sıcaklığında Ti buharlaşma derecesine (3262°C) yaklaşmaktadır.

Aşağıdaki tabloda gösterilen koşullarda yapılmış Ti-Ta saç kaynak deneylerinden bu birleştirmenin mümkün olup olumlu sonuç verdiği anlaşılmaktadır.

Ti-Ta kaynak deneyi. Saç kalınlığı ve ilave metale göre kullanılan akım şiddetleri

| <b>Deney</b>     | <b>Deney 1</b> | <b>Deney 2</b> | <b>Deney 3</b> |
|------------------|----------------|----------------|----------------|
| Ti saç kalınlığı | 4 mm           | 4 mm           | 2 mm           |
| Ta saç kalınlığı | 2 mm           | 2 mm           | 2 mm           |
| İlave metal      | Ti             | Ta             | Yok            |
| Akım şiddeti     | 90 A           | 125 A          | 75 A           |

Ayrıca her koşulda en uygun ilave metalin titanium olduğu da ortaya çıkmıştır.

Metallografik tetkiklerde kullanılan ,dağlama maddeleri:

| <b>Ti için</b>                             | <b>Ta için</b>                         |
|--|--|
| Mikrorenk dağl.                            | Mikro-siyah beyaz-dağl.                |
| 1000 cm <sup>3</sup> arık H <sub>2</sub> O | 5 kısım H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| 200 cm <sup>3</sup> konsantre HCL          | 2 Kısım HNO <sub>3</sub>               |
| 24 cm <sup>3</sup> Ammoniumbifluorid       | 2 Kısım HF                             |