

MOLİBDENİN KAYNAĞI

KAYNAK UYGULAMASI

GENEL MÜLÂHAZALAR

Yüksek ergime noktasının yanısıra molibdenin -yüksek ısı iletkenliği (0.21 kal/cm. sn. °C — X12CrNi188'inki 0.035 kal/cm. sn.°C) örneğin TIG kaynağında, aynı kalınlıkta austenitik saçtakine göre daha yüksek akım şiddetlerini zorunlu kılar. Bunun anlamı ise özellikle geniş kaynak dikişleri ve kaynak banyosunun idaresinde güçlüktür. Bu da dikişlerin ileri derecede gevrek olup çekme (büzülme) gerilmesi çatlaklarının bulunmadığı kabul edilemez. Ayrıca mümkün olduğu kar dar yüksek kaynak hızları arzu edilir ve bununla da sadece ergime hacmi ve buna bağlı olarak yüksek çatlak ihtimali alanının dar tutulması değil, aynı zamanda iri taneli içyapının meydana gelmesinin sınırlandırılması amaçlanır. Yeterli derecede dar ergime bölgesi ve IEB'ler sadece EB kaynağında mutad olan hızlarla sağlanabilir. Koruyucu gaz kaynağında, kalın bakır tespit çeneleriyle yüksek soğutma hızları elde etmek olanağı varsa da bu, yüksek ergime sıcaklığına varmak için çabuk ısı birikimi gereğiyle az çok çelişmektedir. Bu nedenle de TIG ile kaynak edilmiş dikişler sürekli gevrek malzeme bölgeleri arzedeceklerdir. Herne kadar vakumda, 1300 ilâ 1500°C'ta bir nihâi şekillendirme (döğme, haddeleme vb.) ve bundan sonra yakl.1000°C'ta, yine vakumda veya hidrojen atmosferinde gerilim giderme tavlama kaynağlı işparçasına eski yüksek tokluğunu iade ederse de bu işlemler pratikte nadiren uygulanabilmektedirler.

Bir başka çok etkin önlem de, özellikle çekme imkânı olmayan dikişlerin (çevresel dikişler, dış köşe dikişleri), çatlama eğilimlerini, 900 ilâ 1000°C de önısıtma ile yok etmekten ibarettir. Ancak bu önlem de TIG kaynağında, boşaltıla-bilir oda ya da daha basit olarak EB ile vakumda mümkündür. Elde bir vakum ocağının bulunması halinde çekme gerilmelerini gidermek için yakl. 1000°C 'ta bir son ısıtmadan sarfınazar edilmeyecektir.

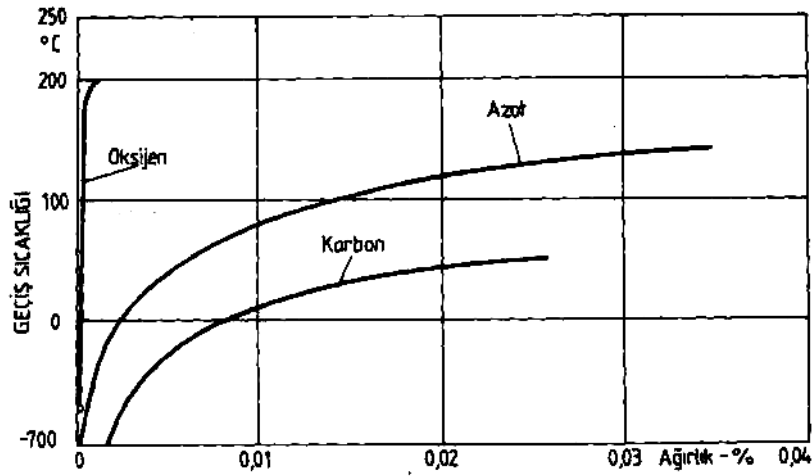
Artan alaşım elementi içeriğiyle molibdenin kaynak kabiliyeti artar. Yukardaki tabloda belirtilen alaşımlar, özellikle "TZM" alaşımı, göreceli iyi şekil alabilen ve çatlaksız dikişler verir.

Yüksek aşınmaya karşı molibdenin üst yüzeyi işleme tâbi tutulabilir. Bu amaçla işparçalan yüksek sıcaklıklarda karbon veya azot içeren gaza maruz bırakılır ve sertliği 1500 HV'e kadar varır. Bu durumda molibden parçası, ancak birleştirme yerinin bu sert semante tabakadan arındırılması koşuluyla kaynak edilebilir.

GAZA KARŞI DUYARLILIK

Mo, yakl. 350°C'tan itibaren oksijenle reaksiyona girmeye başlar. Daha yukarı sıcaklık artışında, hasıl olan MoO₃ uçunur ve MoO₂ ile, alçak sıcaklıkta er-giyen bir ötektik oluşturur şöyle ki hızlı bir tahribe gidilir. Azotla reaksiyon çok daha az olup 1000°C'ın üstünde başlar. Hidrojene karşı Mo ergime noktasına kadar dayanıklıdır. Bu itibarla tavlama işlemi nötr ya da, daha iyi, redükleyici (hidrojen içeren) atmosferde yürütülecektir.

Şekil 307, intikal sıcaklığı üzerinde oksijen, azot ve karbonun etkisini gösterir. Böylece örneğin % 0.01 azot içerikli Mo, 75°C'ın üstünde sünek, altında gevrektrir.



Şekil:307-Oksijen,azot ve karbonun arkla ergitilmiş molibdenin toktan gevrek duruma intikal sıcaklığı üzerindeki etkisi.

KAYNAĞA HAZIRLIK

1.5 mm ye kadar TIG kaynağı için uçları yukarı kıvrık şekil önerilir; bunun, gevrekleşme eğilimine rağmen, göreceli olarak çatlama olasılığı vardır. Daha büyük kalınlıklarda I (küt alın) ya da 2.5 mm den itibaren V ağızı, rheniumla alaşlandırılmış Mo ilâve metaliyle kaynak edilecektir.

Kaynak bölgesinin temizlenmesi için benzinin yanısıra triklorethylen de kullanılacaktır.

TIG KAYNAĞI

Mo ve alaşımlarının gazlara karşı yüksek duyarlılıkları, bunların mutlaka sözü edilmiş ilâve koruma gazı tertibatı yardımıyla veya boşaltılabilir odalarda TIG ile kaynağını gerektirir; öbür yandan, bütün Mo malzemeleri, sıcaklıkları 400°C'ı geçince, yine kesinlikle hava girişinden korunacaklardır. Daha önce de söylendiği gibi Mo hidrojene karşı çok dayanıklı olduğundan bu niteliği, korumanın yanısıra mevcut molibden oksidini de redüklemek amacıyla bir Ar-H karışımı kullanma olanağını verir.

Hidrojen bahis konusu olduğunda, bu gazın herhangi kapalı bir hacimde akmamasına çok dikkat edilecektir zira havanın oksijeniyle birleşerek bilinen patlayıcı gazı meydana getirir ve bunun yükselen yoğunlaşmasıyla büyük bir patlama tehlikesi ortaya çıkar. Koruma gazı ilâve tertibatı kullanıldığında hidrojen, kaynak arkının tutuşturulma sıcaklığına gelir ve az çok renksiz bir alevle yanar. Bu, kaynakta önemli ve aynı ölçüde de tehlikeli bir engeldir. Bunun ötesinde, bütün TIG kaynak tesisleri kaynak akımının kesilmesinde bir otomatik vana ile donatılmamış olup hidrojen, engellenmeden üfleçten dışarı akabilir. Bu itibarla hidrojen içeren koruma gazı karışımı açık TIG kaynağında ve de sözü edilen ilâve tertibatla kullanılmayacaktır.

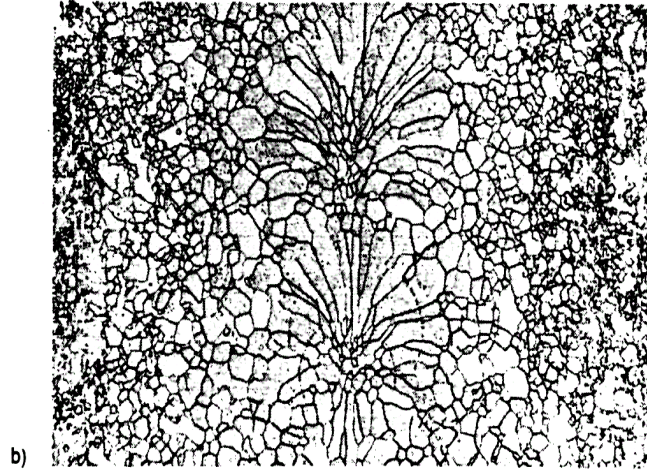
Buna karşılık kapalı boşaltılabilir koruma gazı odasında kaynakta hidrojenli argon karışımı hafif bir fazla basınçla önceden saptanmış bir delikten akıtılıp yakılacaktır. Bu yolla koruma gazı odasına havanın oksijeninin girişi önlenmiş olur. Neredeyse görünmez hidrojen alevinin neden olacağı kaza, uygun koruma önlemleriyle önlenmiş olacaktır. Tıpkı Ar-H karışımının doldurulmasından önce odanın mutlaka 10^{-1} Torr boşaltılmasının gerektiği gibi, kaynak işinin bitiminden veya durdurulmasından sonra işbu gaz karışımı oda kapısının önünde yine vakum pompasının yardımıyla taliye edilecek ve hortumla açığa sevkedilecektir.

Molibden doğru akım ve düz kutup (elektrod —) (DADK) ta kaynak edilir. Bu metalin yüksek ergime sıcaklığı ve ısı iletkenliği dikkate alınarak daha önce de söylendiği gibi, örneğin bir 18/8 Cr-Ni çeliğine göre, eşit kalınlıklarda, daha yüksek akım şiddetleriyle kaynak edilmesi gerekir. Bunun ötesinde kaynakta yüksek hızlar ve dar dikişler aranarak aşırı ölçüde iri tane oluşması ve çatlak hasıl olma tehlikesi önlenmeye çalışılacaktır.

Boyutları geniş tutulmuş, soğutulmuş bakır tespit tertibatı soğuma hızını artırır ve molibdenin çatlaksız kaynağını kolaylaştırır. Ön ve son ısıtmadan daha önce söz edilmişti.

ELEKTRON HUZME (EB) KAYNAĞI

Vakumda kaynak etmek ve fevkalâde dar kaynak bölgesi ve IEB elde etmek olanağı EB kaynağını, molibdenin birleştirilmesine özellikle uygun kılmaktadır. Gerçekten bir dizi yöntem, EB kaynağında dikiş kalitesini etkilemek olanağım arzeder.



Şekil: 308 — 1 mm kalınlıkta Mo'in EB kaynağının yatay kesiti.

a-)Sürekli huzme, kaynak hızı $V = 50$ mm/sn

b-)Pulslu huzme, kaynak hızı $V = 10$ mm/sn

X 100 (0.8 oranında basılmış).

Şekil 308 a, bir mutad EB kaynak dikişini veriyor. Kaynak bölgesinin iri taneli dokusu açıkça beliriyor: içyapı katılaşmada en fazla soğuma yönünde irileşiyor. Bu dikiş büyük şekillendirme ve uzamaya uygun durumda değildir; o, gevrek. Tamamen değişik bir içyapı, EB'nin pulslu olması halinde, ortaya çıkıyor (Şekil 308 b). Huzmenin bireysel nüfuz noktasında kristallar, rozet

(gülcük) ler şeklinde birlikte büyüyor ve yukardaki katılaşma yönünü ortadan kaldırıyorlar. Bu ince taneli doku daha yüksek mukavemet değerlen veriyor (aşağıdaki tabloya bkz.)

EB ile kaynaklı Mo denekler üzerinde çekme deneyi verileri

Malzeme	İlerleme hızı mm/sn	Kopya muk. kp/mm ²
Ana metal	–	87
Kaynaklı	10	17
Kaynaklı	50	15
Pulslu huzme ile kaynaklı	10	30

Bu tablodaki veriler ayrıca, dar kaynak bölgesi ve IEB elde etmek için kaynak hızının artırılmasının her zaman mukavemeti artırıcı yönde etki yapmadığını gösteriyor. Artan kaynak hızlarıyla gözenek oluşması tehlikesi de artıyor; bu husus özellikle sinter (sıkıştırılmış toz) molibden parçalarda zararlı olarak beliriyor. Böyle durumda ve sair zor molibden kaynaklarında gözenek ve büyük ölçüde çatlak oluşmasının önüne dikiş alanını tam rekristalizasyon sıcaklığının (900 ilâ 1000°C) hemen altına kadar önısıtma ile geçilir.

Gözenek ve çatlak oluşmasını önlemenin bir başka yolu da molibdeni bir TZM alaşımı ara foliosu ile kaynak etmekten ibarettir. Oksitten temizleyici element Ti, oksijeni bağlar şöyle ki kaynak dikişinin ön ve son ısıtmasından bile vazgeçilebilir.

Tungstene göre daha aşağı ergime noktası sayesinde Mo, W'den daha iyi ısıl darbe mukavemetini haizdir; böylece de daha dar dikişler ve daha yüksek kaynak hızlarına varılabilir. Bunun sonucu olan daha az ısı girmesi, tane irileşmesi ve tanelerarası segregasyonu azaltmaya yardımcı olur.

205°C ve daha yukarı sıcaklıkta önısıtma ile 870 ilâ 980°C sıcaklıkta kaynak sonrası gerilim giderme işlemleri kullanılır. Mutat olarak vaki olan yanma çentikleri ve yüzey pürüzlülüğünü önlemek için huzme salıntısına başvurulur.

Birçok Mo alaşımı ve bu arada özellikle Mo-0.5Ti ve TZM alaşımı EB ile kaynak edilmiş olup tipik koşular (1.25 ilâ 2.5 mm kalınlıkta Mo-0.5Ti alın kaynağı için) şunlardır:

Önısıtma: 315°C

Kaynak gücü: 135 kV, 10 mA

Kaynak hızı: 650 mm/dak

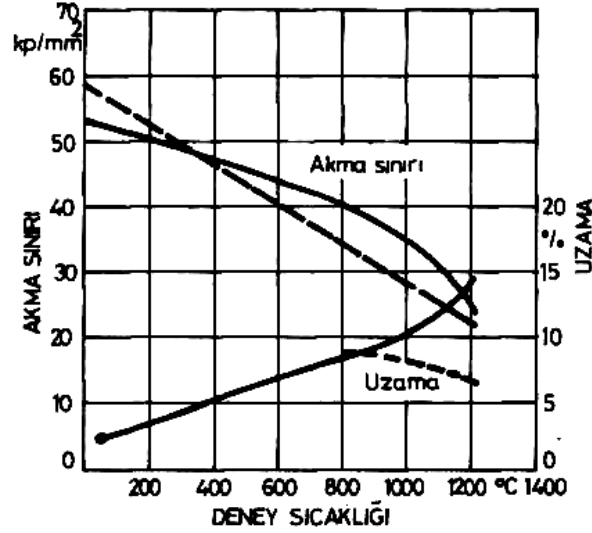
Huzme salıntısı: 60 Hz; 0.13 mm salıntı ile

Kaynağın derinlik/genişlik oranı: 4

IEB derinlik/genişlik oranı: 2.2

Kaynak bölgesi tane boyutu: ASTM No.6

Kusursuz olarak kaynak edilmiş bir Mo deney parçasının mukavemeti, ana metalinkinin yakl. % 80'ine varabilir. Artan deney sıcaklığıyla dikişin mukavemeti ana metalinkine yaklaşır ve rekristalizasyon sıcaklığına varıldığında bunlar pratik olarak aynı olur (Şekil: 309).



Şekil: 309 — EB ile kaynak edilmiş Mo deney parçalarının çeşitli deney sıcaklıklarında çekme mukavemet delerleri.

Dolu çizgi: ama malzeme

Kesik çizgi: kaynaklı birleşme

TZM.alaşımı ile bunun oda sıcaklığında ergime kaynaklarının çekme mukavemeti

Durum	Akma sınırı N/mm ²	Çekme muk. N/mm ²	Kopma uzaması %
TIG kaynaklı	379	379 ¹⁾	ölçülememiş
Lasér huzmeli kaynaklı	414	414 ¹⁾	ölçülememiş
EB kaynaklı	517	517 ¹⁾	ölçülememiş
Rekristallize levha (17 sa/1700°C)	400	532 ¹⁾	18
Levha, haddelenmiş	723	937 ¹⁾	17.7
EB kaynaklı	414	462 ²⁾	4
EB kaynaklı (+17 sa/1700°C)	396	481 ¹⁾	11.4

1. Yükleme hızı 0.8.10⁻³/sn (% 5 dak.)

2. Yükleme hızı 3.3.10⁻⁵/sn (%0.2/dak.)

TZM alaşımının ilk üç deneyinde görülen gevrek davranış, gerilmenin tane boyutuna büyük bağımlılık düzeyine atfediliyor.

DİRENÇ KAYNAĞI

Molibdenin birleştirilmesinde kendini kabul ettirmiş bir başka yöntem de direnç nokta kaynağıdır. Kısa nokta süresi (yakl. 20 msn.) sayesinde oksitlenmemiş ve tok kaynak bağlantıları elde edilir. Elektrod malzemesi olarak bakır alaşımları, molibden ve tungsen kullanılır ki buradaki "yapışma" tehlikesi henüz tamamen bertaraf edilmiş değildir. Direnç nokta kaynağı elektrik ampul endüstrisi ve elektronik parçalarının bitirilmesinde kendini kanıtlamıştır.

İşparçası boyutlarının müsaadesi oranında, alın yakma kaynağıyla yüksek değerde birleştirmeler gerçekleştirilebilir. Akışkan haldeki ergimiş bölümün bastırılması ve şişkinliğin işlenerek alınmasından sonra kaynak dikişi, bir ince taneli içyapı içerir. Burada artık saflığı bozan madde kalmamış olup dikiş yüksek tokluk niteliklerine sahip olur.