

TERMİT KAYNAĞI

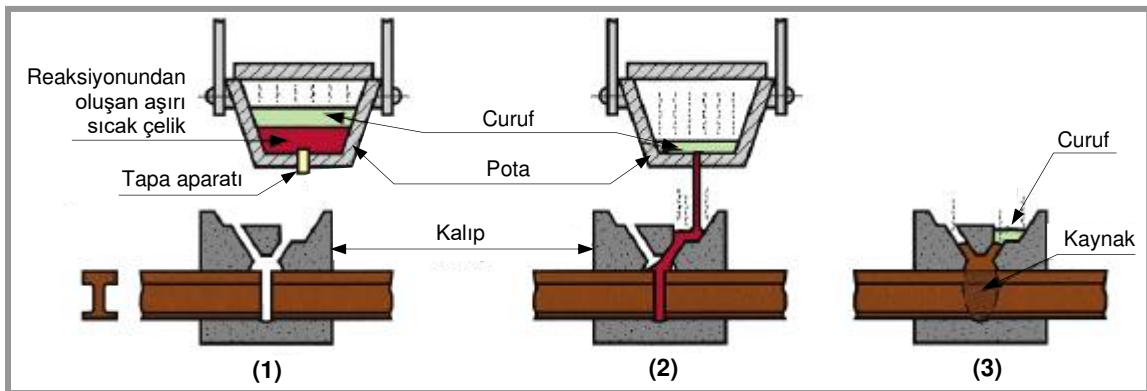
Alüminotermite kaynak işlemi olarak da adlandırılan bu yöntem (Thermit welding), ergitmeli (fusion) kaynak yöntemleri arasında sayılmaktadır. Termit denilen malzemenin, ısıya dayanıklı potalar içerisinde eritilerek, iki malzeme arasında bırakılan kaynak aralığına akıtılmak suretiyle yapılan kaynağa, alüminotermite kaynağı denir. Yöntem genelde demiryolu rayların birleştirilmesinde ve tamirinde kullanılmaktadır.

Termit Kaynağının Yapılışı

Kaynak edilecek rayların uçları, belirli mesafelerde olmak üzere maçadan yapılmış bir kalıp içerisine alınır. Kaynak bölgesi, hem kaynak işlemi için, hem de ray malzemesi için uygun bir ön ısıtmaya tabi tutulur. Alüminyumun indirgeyici etkisi ile elde edilen sıvı çelik bir kalıp içerisine aşağıdaki reaksiyonun oluşması sonucu doldurulur. 1 kg toz karışımdan, yaklaşık olarak 525 gr erimiş demirtozu ile 475 gr curuf elde edilir.

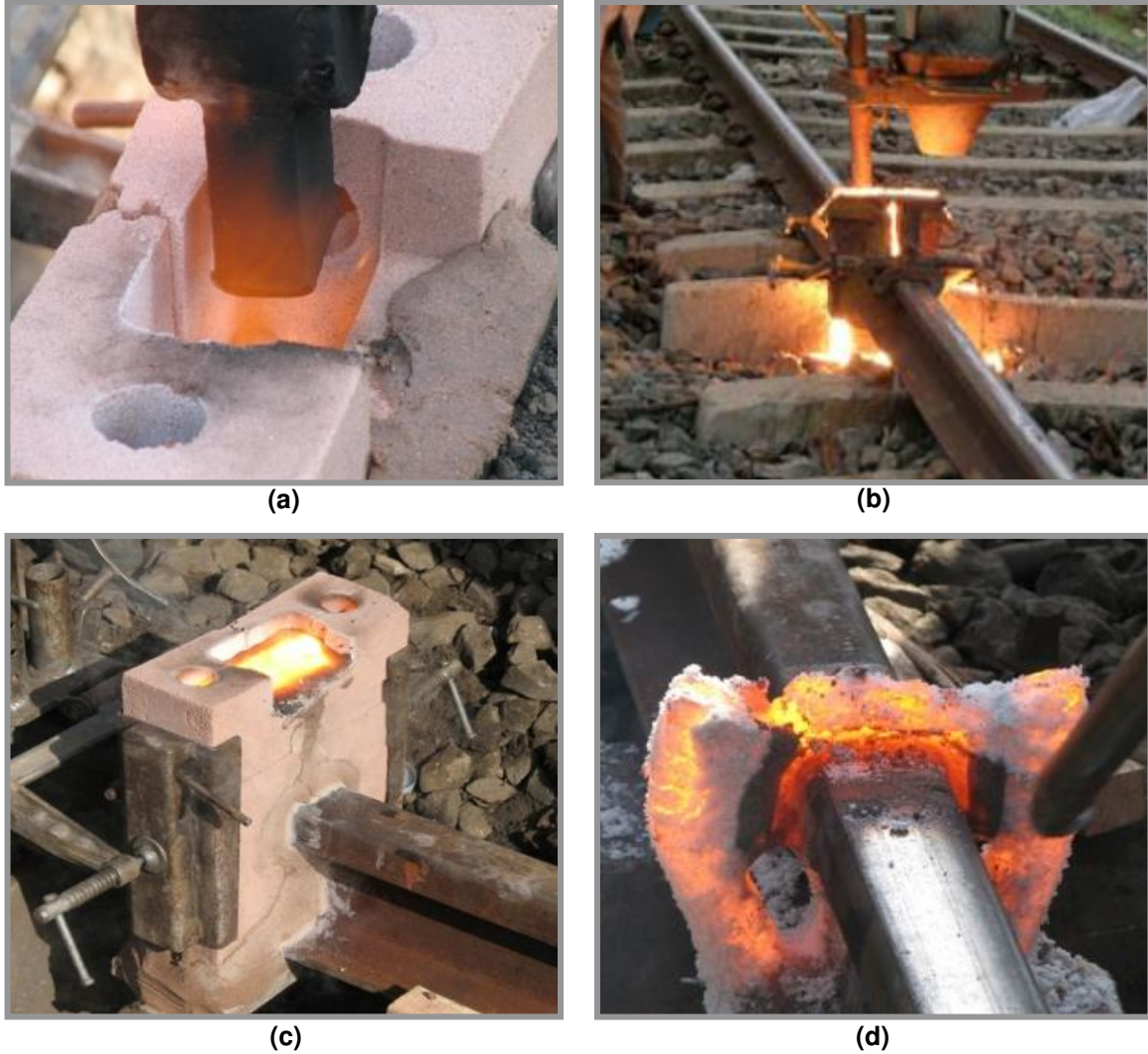


Bu işlem alüminyumun redükleyici olarak kullanılmak suretiyle ağır metal oksitlerinin indirgenmesi olarak da tarif edilmiştir. Reaksiyon kuvvetli bir ekzotermik reaksiyondur ve sonunda büyük miktarda ısı açığa çıkar. Alüminyumun oksijene karşı olan ilgisi büyüktür ve alüminyumun oluşum entalpisi diğer bir çok ağır metal oksidin entalpisinden yüksek olduğu için özellikle redükleyici maytabın ateşlenmesiyle işlem başlatılır. Termiti ateşlemek için kullanılan maytap, termitten uzakta ve kapalı bir yerde muhafaza edilerek nemden ve ateşten korunmalıdır. Alüminyum, oksijen ile reaksiyona girer ve alüminayı (Al_2O_3) oluşturur. Metal oksitten metal ayrılır. Reaksiyon esnasında ortaya çıkan ısı yaklaşık $2400\text{ }^\circ\text{C}$ 'ye ulaşır bu durumda hem metal hem de Al_2O_3 curufu sıvı ve çok yüksek sıcaklıktadır. Eğer doğru miktarda ve boyutlarda termit tozu kullanılmış ise reaksiyon sırasında demir metali ağır olduğu için alta çöker ve (Al_2O_3) alüminyum oksit (curuf) hafif olduğu için potanın üst kısmında toplanır.



Şekil 14.1. Termit kaynağı: (1) termitin tutuşturulması; (2) potanın dökülmesi, aşırı ısınmış metal kalıba akar; (3) metal, kaynaklı bağlantıyı oluşturmak üzere katılır.

Şekil 14.1’de termit kaynağının yapıışının şematik gösterimi, Şekil 14.2’de ise işlemin uygulama aşamalarını gösteren fotoğraflar verilmiştir.



Şekil 14.2. Termit kaynağı uygulaması (ray kaynağı) (a) ray ve kalıbın ısıtılması, (b) termitin kalıba dökülmesi, (c) termitin katılaşması ve (d) curufun kırılması.

Böyle bir termik reaksiyon sonucu elde edilen demir çok yumuşak olur. Pratik olarak bu metali kaynak yerinde kullanmak doğru olmaz. Bu nedenle termik karışımına alaşım elementleri katılarak termit çeliğinin aşınma direnci, kaynak edilecek ray ile aynı seviyeye getirilmeye çalışılır. Bugün genel kullanımda olan termit kaynak işlemi önceden hazırlanmış kalıplarda ve hızlı ön ısıtma uygulamak suretiyle gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle alüminotermik reaksiyon çok yüksek sıcaklıkta nispeten küçük miktarlarda metal elde etmek için ideal bir işlemdir. Kaynak edilecek ray ile aynı kimyasal özelliklere sahip olması için termit karışımına C, Mn, bazen Cr, Ni, V ve TiC katılabilir.

Termit karışımı (Metal oksit+alüminyum) Goldschmidt tarafından **Thermit** olarak isimlendirilmiştir. Alüminotermik kaynak işleminde kullanılan karışımın boyut dağılımı, reaksiyon sonucunda oluşan çelik içerisinde bir miktar Al bulunması için çok sıkı bir şekilde kontrol edilmelidir. Ergiyik içerisindeki alüminyumun az olması, alaşım elementinin kazanımını azaltır ki bu elementler, kendileri demir oksidi redükleyici gibi davranabilirler. Yine eğer alüminyum az ise düşük ergime noktasına sahip curuf teşekkül edilebilir. Bu ise tane sınırlarına girerek östenitik bölgede sıcak kırılmalara sebep olabilir. Tersine olarak alüminyum seviyesi çelikte % 0.7'nin üzerinde olması istenilmez. Bunun nedeni bu miktarın üzerinde olan alüminyum, katılaşmada kendi kristalleşme durumunu değiştiremez. Bu ise geniş tanelerin oluşmasına sebep olur, böyle bir yapı ise sert ve kırılgandır. Alüminotermik kaynak işlemi neticesinde elde edilen çelik karışımını meydana getiren malzemeler titiz bir şekilde hazırlandığı için S, P ve diğer kalıntılar düşük miktarda olurlar.

Termit

- Standart bir kaynak şarjı yoktur. Kaynak şarjının miktarı ve niteliği kullanılacak rayın cinsine, sertliğine ve kullanılan kalıba göre değişiklik gösterir.
- Miktar açısından bakıldığında ray kesiti, ray contaları arasındaki mesafe ve kullanılan kalıp, ne miktar termit kullanılacağını belirtir. Bu işler üretici firmanın belirteceği yöntemlerle tespit edilir ve termit malzemeleri bu nedenle takım halinde kullanılmalıdır.
- Nitelik itibarıyla kullanılacak termiti rayın kalitesine göre seçmek gerekmektedir. 900A kalitesinde bir rayda kaynak yapıyorsa termit 900A kalitesindeki raya göre olmalıdır. Farklı kalitelere rayların kaynaklanması durumunda sertliği fazla olan raya uygun termit kullanılmalıdır.
- Termit malzemesinin kesinlikle nemlenmemesi gerekir. Bu nedenle termit, dökümün yapılacağı son dakikaya kadar kendi torbasında korunmalıdır.

Kalıp

- Kalıp, termit ile aynı kitle bulunmalıdır. Kullanılacak ray tipine göre termit seçilirken aynı iş tipine uygun kalıp kullanılır. Kalıp ambalajı üzerinde; kaynak aralığı, ray cinsi ve ön tavlama süresi bulunur.
- Kalıplar kuru yerde saklanmalı ve nemden korunmalıdır.
- Prefabrik kalıplar nemden korunması için naylon kaplar içine konularak hava almayacak şekilde kapatıldıklarından ambalajları kullanılacakları sırada açılmalıdır.
- Kalıplar bulunduruldukları ambarlarda, yerden yüksekte ahşap ızgaralar üzerinde veya raflarda muhafaza edilmelidir.

Kalıbın montajı sırasında kalıp içine kum veya yabancı bir madde girmesi önlenmelidir. Eğer kalıp içinde kirlenme varsa temizlenmelidir. Kalıbı doğru olarak bağladıktan sonra birleşim yerleri özel macunu ile aralıksız ve sıkı bir şekilde kapatılmalıdır.

Termit kaynağında contaların hazırlanması, ray başlarının kaynak için hazırlanması anlamına gelir ve şu işlemlerden oluşur;

1. Kaynak aralığına göre ray başlarının kesilmesi,
2. Kaynak bölgesinin yağ, kir ve pastan temizlenmesi (tel fırça ve spiral zımpara taşı ile),
3. Rayların eksen ayarlarının (ray tabanından, gövdesinden ve mantarından) yapılması,
4. Kalıp için hazırlanan ray başlarının sabitlemesi.

Termik kaynağı değişik şekillerde yapılabilir. Bunlar:

Tam ön ısıtma kaynağı: Burada kaynak işlemi öncesi rayın iki ucu 800-1000 °C'ye kadar ön ısıtma yapılır. Ön ısıtma işlemi oksijen ve asetilen gazı kullanılarak özel olarak dizayn edilmiş bir ısıtıcı ile rayın kesitine bağlı olarak 4-8 dakika sürer. Reaksiyon ise 22-30 saniyede sona erer. Katılma, kalıp sökme ve kapak kaldırma ise toplam 8-10 dakikada biter.

Kısa ön ısıtma kaynağı: Rayın uçları kesitine bağlı olmaksızın 1.5 dakika ısıtılır. Burada ray tabanı yaklaşık 650 °C'ye ısıtılmış olur. Yine ısıtma işlemi oksijen ve asetilen ile yapılır. Reaksiyon 22-30 saniye sürer.

Ön tavlamasız kaynak: Oksi-gaz aleviyle ön tavlama olmadan kaçınmak için geliştirilmiş bu yöntemde ray uçları özel olarak hazırlanmış potalı kalıp sistemi içine alınırlar. Bu şekilde ergimiş metalin bir bölümü pota kalıp sistemindeki ön tavlama kamarasına akıtılır ve ray uçlarının ön tavlama sağlanır. Daha sonra ergimiş metalin tamamı raylar arasındaki boşluğa akıtılarak kaynak işlemi gerçekleştirilir. Son zamanlarda ön ısıtma için ray ısıtma aпараты de kullanılmaktadır.

Termit kaynağında dikkat edilmesi gerekli hususlar;

- Ray başlarının kesilmesinde, diskli ray kesme makineleri kullanılmalıdır. Olmadığı takdirde kollu kesmelerle çalışılabilir. Şaloma ile (oksijenle) ray kesilmemelidir. Zorunlu hâllerde şaloma kullanılması durumunda mutlaka kılavuz yardımıyla kesim yapılmalı daha sonra çapak ve curuflar, girintiler çıkıntılar mutlaka temizlenmelidir.
- Kaynak yapılacak raylar arasındaki boşluk (conta aralığı) 18-26 mm arasında olmalıdır.
- Pota yüksekliğini ayarlarken en yakın mesafeden döküm yapacak şekilde yüksekliği ayarlanmalıdır. Bu mesafenin 20-30 mm'den fazla olmamasında fayda vardır.
- İlk işe başlandığında pota şalomalarla ısıtılmalı veya bozuk bir termit varsa boşa döküm yapılarak ısıtılmalıdır. Aksi halde ilk kaynakta pota termitin sıcaklığını düşüreceğinden kaynak istenilen kalitede olmaz, soğuk kaynak olma ihtimali vardır.
- Kaynak çalışmaları sırasında çıkan kaynak kıvılcımları ve artıkları yangınlara sebebiyet verdiği için veya yoldaki mevcut ahşap traversler yandığından, gerekli önlemler alınmalıdır.

- Normal olarak kaynağın sıyırılması reaksiyon başlangıcından 3-5 dakika sonra yapılmalıdır. Ancak ortam sıcaklığı, ray cinsi, kaynak aralığı gibi faktörler dikkate alınarak uygun zaman çalışma koşullarına göre belirlenmelidir. Sıyırma makinesi kullanılırken zamanlama çok önemlidir. Erken sıyırma yapılması hâlinde kaynakta bozulmalar, akmalara olabilir. Çok gecikmesi hâlinde ise kaynak soğuyacağından sıyırma işlemi zorlaşır.
- Kaliteli rayların sıyırılma işlemini yaptıktan sonra kaynak bölgesini cam yünü ve benzeri yanmaz madde ile kapatarak 30 dakikalık bir süre içerisinde, normalizasyon ısıl işlemine tabi tutulmasında fayda vardır. Kaynak ısısı 350 °C'nin altına inmeden (yani reaksiyon başlangıcından en az 30 dk) yol trafiğe açılmamalıdır.
- Kaynaklı bölge, ray geometrisine uydurulması için master kullanılarak ince taşlama yapılmalıdır. İnce taşlama, kaynak yapımından 1 gün sonra veya gün içerisinde kaynak ray sıcaklığına düştüğünde ve kaynaklı bölge üzerinden en az iki tren geçtikten sonra yapılmalıdır.
- Kaynak yüzeyi tel fırça, keski ve zımpara makinesiyle temizlendikten sonra küçük bir ayna yardımıyla kaynaklı bölge göz kontrolünden geçirilmelidir. Gözle ve masterla yapılan kaynak kontrollerinde tespit edilemeyen kaynak hataları ultrasonik test cihazları kullanılarak bulunabilir.
- Göz kontrolünden sonra 1 m'lik masterla geometrik kontrol yapılır. Master kaynak bölgesini ortalayacak şekilde ray mantarının üst ve yan yüzeyleri kontrol edilir.
- Yapılan her kaynak, son kontrolden sonra sicil fişine işlenmek üzere markalanmalıdır. Markalamada; kaynak yapan ekibin numarası, o yıl içinde kaçınıcı kaynak olduğu ve hangi yılda yapıldığı bilgileri rayın dış yanağına marka ile yazılmalıdır.

Kaynak yapısı

Termit çelik tane boyutu ASTM 3 olarak kaba taneli perlit olarak katılaştır. Isıdan etkilenen bölgede kaba taneli yapı görülür. Merkezden 50-60 mm uzakta ise ince taneli yapı görülür.

Termit kaynağı uzun ray kaynak yöntemleri arasında geniş kullanım olanağı bulan bir kaynak yöntemidir. Kaliteli bir termit kaynağı yapmak için termit karışımının sıkı kontrolü ve ateşlemeden sıvı çeliğin hazneye dolmasına kadar geçen tüm kademelerin kontrollü bir şekilde yapılması gerekir. Bu faktörlere ek olarak iyi bir kaynak elde etmek için, uygun ray kesimi, kaynak yüzeylerinin hazırlanması ve uygun bir ön ısıtma gibi konulara dikkat etmek gerekir. Bütün bu ön koşullar tavsiye edildiği şekilde yerine getirilmiş olsa ve mikro hatalar olmasa bile yine de kaynağın mekanik özellikleri rayın kendi özelliklerinden düşük kalır. Yapılan bir çalışmada Sonon ve arkadaşları, standart rayın akma sınırını 480 N/mm², çekme dayanımını 910 N/mm² ve % 11 kopma uzamasını % 14 kopma büzülmesine karşın, termit kaynağının çekme dayanımını 790 N/m², % 1-3 kopma uzaması ve % 1-3 kopma büzülmesi olduğunu rapor etmişlerdir.

Rayların termit kaynağı ile ilgili kapsamlı bir çalışma Myers ve arkadaşları (American Railway Association) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmadan ortaya şu sonuçlar çıkmıştır.

- 1) Kaynak metalinin çekme, süneklilik ve darbe enerjisi değerleri düşüktür. Kırılma yüzeyleri gerek çekme gerekse çentik numunelerinde tane içi kırılma türündedir.
- 2) Bazı kaynaklarda içyapı tanelerarası Widmanstatden ferrit iken, bazılarında kaba beynit şeklindedir. Bu tür yapılar kısmen gevrek kırılmanın nedenidir.
- 3) Sütun şeklindeki dentritler ısı akış yönünde tüm kaynaklı yapıyı kapsar. Rayın eksenine boyunca mikro gözeneklere ve bir dizi kalıntıya rastlanabilir. Bütün bu oluşumlar düşük çekme, süneklilik ve düşük darbe enerjisinin sebebi şeklinde yorumlanabilir.

Yapılan diğer bir çalışmanın spektral analiz sonuçlarında C, Mn, P, S, Co, Nb, V ve W miktarlarında her üç bölgede de (ana malzeme, ITAB ve kaynak metali) değişme olmadığı görülmüş, Cr, Mo, Al, Cu ve Ti'un kaynak bölgesinde çok büyük miktarlarda artış gösterdiği, Si, Ni, Sn ve Mg'un miktarlarda 2-3 kat gibi oranlarda artış görülmüştür. Matris element olarak Fe'in miktarında ise % 1.1 oranında azalma olmuştur. Ayrıca, katkı elementinin artışının, Fe'in azalmasına sebep olduğu rapor edilmiştir.

Termit kaynağının uygulama alanları

Termit kaynağı özellikle demiryolu raylarının birleştirilmesinin yanında;

- Yıldırımdan koruma ve topraklama sistemlerinin birleştirilmesinde (kullanım yerine göre bakır-bakır, alüminyum-alüminyum, alüminyum-bakır veya topraklama döşemelerinde bakır-çelik),
- Ön gerilmeli beton çeliklerinin birleştirilmesinde (betonarme yapılarda kolon ve kirişlerin içine yerleştirilen beton çeliklerinin boylarını uzatmak amacıyla),
- Elektrik iletim hatlarında kullanılan bakır tellerin (yöntem bakır çubukların, bakır kabloların, bakır tellerin hatta demiryollarında topraklama amacı ile uygulanan bakır tellerin raylara) birleştirilmesinde kullanılmaktadır.

Yöntemin avantajları

- Ekipman ve malzeme maliyetinin düşük olması,
- Gerekli şartlar sağlandığında, kaynak kalitesinin yeterli sağlamlıkta olması,
- Elektrik gücüne ihtiyaç duyulmaksızın yerinde, doğrudan ve hızlı kaynak edilebilmesi,
- Personel eğitiminin kolay olması,
- Nispeten sağlam ve karmaşık olmayan ekipman kullanılması,
- Kaynak malzemelerinin kolayca temin edilebilmesi,
- Her kalitede ray çeliğinin kaynak edilebilir olması.

Yöntemin dezavantajları

- Rayların kaynağında dikkat edilmediği takdirde kaynak metaline curuf veya kum karışması olabilir.
- Kaynak sırasında ani soğumalar gibi nedenlerden ray gövdesinde çatlamlar meydana gelebilir.
- Gözle doğrudan görülmeyen kusurlar (örneğin taban altındaki eksik ve/veya çıkıntılar) ayna kullanılarak muayene edilmelidir.
- Kaynak yapılan rayların birleşme bölgesinin sıyırma ve taşlama işlemlerine özen gösterilmelidir.
- Kaynak metalinin mekanik özellik (çekme, süneklilik ve darbe enerjisi) değerleri düşüktür.
- Elde edilen kaynak metalinde, kısmen gevrek kırılma tehlikesi mevcuttur.
- Kaynak bölgesinde mikro gözeneklere ve bir dizi kalıntılara rastlanabilir.
- Kaynak yüzeylerinin hazırlanması ve uygun bir ön ısıtma gibi konulara dikkat etmek gerekir.
- Isıdan etkilenen bölge geniş ve kaba tanelidir.

KAYNAKÇA

Nizamettin Kahraman, Behçet Gülenç, Modern Kaynak Teknolojisi, 4. Baskı, Epa-Mat Basım Yayın Ltd. Şti, 2020, Ankara.

<http://www.modernkaynakteknolojisi.com/>