

LAZER IŞIN KAYNAĞI

Light **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation kelimelerinin baş harflerinden oluşturulan **Laser** ışını ile kaynak (Laser beam welding), kesme ve işleme; konsantre edilmiş enerji ışınlarının (elektron ışın, plazma jet vb) kullanıma tekniklerinden bir tanesidir. Diğer kaynak yöntemlerinin kullanılmadığı durumlar için geliştirilmiş bir kaynak yöntemidir. Lazer kaynağı, temassız yüksek enerjili bir ışın işlemidir. Aslında bir ergitme kaynak yöntemi olan lazer kaynağında güç yoğunluğu, malzeme buharlaşmadan eriyecek şekilde ayarlanmalıdır. Lazer ışınının en önemli üstünlüğü çok güçlü olmasıdır. Elde edilen lazer ışın gücünün tepe değeri 1 milyar Wattır. Işın, bir optik mercekle yardımıyla çok küçük bir alana (0.01-0.10 mm çaplı) yoğunlaştırılarak enerji girdisi olarak kullanılabilir. Çizelge 12.1’de lazer ışınının güç yoğunluğuna göre uygulama alanları, Çizelge 12.2’de ise lazer kaynağı enerji yoğunluğunun, geleneksel çeşitli kaynak yöntemleriyle karşılaştırması verilmiştir.

Çizelge 12.1. Lazer güç yoğunluğuna göre uygulama alanları.

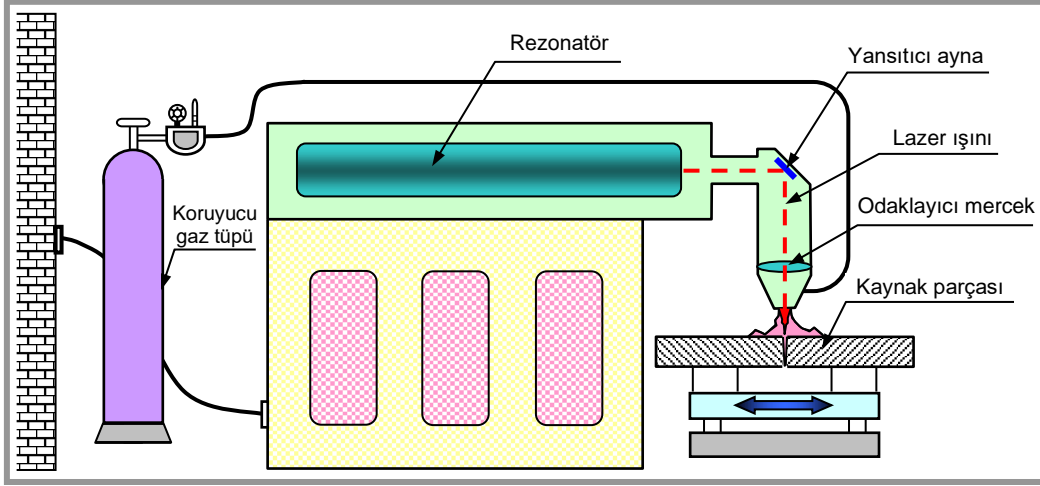
Güç Yoğunluğu (W/cm ²)	Malzemenin tepkisi	Tipik Uygulaması
< 10 ⁴	Isınma	Isıtma, ısı işlemler
10 ⁴ - 10 ⁶	Ergime	Kaynak
10 ⁴ - 10 ⁸	Buharlaşma	Kesme, delme

Çizelge 12.2. Lazer kaynağı enerji yoğunluğunun çeşitli kaynak yöntemleriyle karşılaştırması.

Kaynak Yöntemi	Güç Yoğunluğu (W/cm ²)	(Derinlik/Genişlik Oranı)
Lazer kaynağı	10 ⁶ -10 ⁷	Yüksek
Elektron ışın kaynağı	10 ⁶ -10 ⁷	Yüksek
TIG kaynağı	10 ² -10 ⁴	Küçük-Orta
MIG-MAG kaynağı	10 ² -10 ⁴	Küçük-Orta
Elektrik direnç kaynağı	10 ²	Küçük

Lazer, elektrik enerjisini elektromanyetik enerjiye çeviren elektro-optik bir cihazdır. Teorik olarak ilave metal kullanılmadığından yüzey hazırlığı çok önemlidir. Lazer ışını ile kaynaқта, vakum ortamı ve genellikle koruyucu gaz gerekemeyebilir. Parlak, yani yansıtımalı yüzeylerin kaynağında lazer ışını yüzeyden yansıdığından, yüzeye ışın emmeyi artırıcı boyalar sürülmesi gereklidir. Lazer ışın donanımının şematik görüntüsü Şekil 12.1’de verilmiştir.

Lazer ışınının bir çok endüstriyel türleri bulunmaktadır. CO₂ lazeri, katı hal (Nd:YAG) lazeri, iyon lazeri, yarı-iletken diyot lazerler, fiber lazerler ve excimer lazeri bunlardan bazılarıdır. Ancak kaynak ve kesme için, CO₂ lazeri ve katı hal (Nd:YAG) lazerleri kullanılmaktadır. Nd:YAG **katı hal lazeri** metalsel malzemelerin mikro kaynak ve kesme işlemlerinde (0.2-4 mm kalınlıklar için), **CO₂ lazeri** ise makro ölçüde kaynak ve kesme işlemlerinde (1-15 mm kalınlıklar için) kullanılır. Pratikte ise lazer kaynağı uygulamaları; punta ve nüfuziyet kaynağı olmak üzere iki temel şekilde uygulama alanı bulmaktadır.



Şekil 12.1. Lazer ışını kaynak donanımı.

Lazer kaynağı, endüstriyel gaz (CO_2) ve Nd:YAG (katı hal lazeri) şeklinde sanayide son yıllarda hızla gelişen bir uygulama alanına sahiptir. Lazer ışınını, yüksek enerji yoğunluğuna sahip olmasından dolayı hızlı kaynak yapma yetisi ve dolayısıyla birim alanda daha düşük ısı girdisine, yüksek nüfuziyet ve kaynak bölgesinde düşük çarpılma riskine ihtimal verir. Bu işlemde, lazer ışını, kaynak yapılacak malzemeye odaklanır ve herhangi bir dolgu maddesi gerekmeden işlem kendi kendine (otomatik olarak) tamamlanır. Kaynak sırasında işlem verimliliğini, kaynak kalitesini ve kaynak banyosunu (ergimiş metali oksitlenmeden) korumak için koruyucu gaz (shielding gas) kullanılabilir.

Nd:YAG Lazer Sistemi

Bir lazerde beyaz ışık darbeleri YAG kristaline yönlendirilir. (YAG, Yttrium Alüminyum Garnet kelimelerinin baş harflerinden meydana gelmiştir). Nd:YAG lazerlerinde depolanan element olarak neodmiyum (Nd) kullanılır. YAG kristali enerjiyi absorbe eder ve bunu birkaç mm çapındaki tek dalga boylu kızılötesi ışın demetine dönüştürür. YAG lazerinin çıkışı, yüksek ortalama güçlerde çalışma yeteneği olmadığından sınırlıdır. Günümüzde kullanılan ticari ekipmanlarda ortalama güç 400 W'la sınırlandırılmıştır ve bunlarla 1 mm'lik kaynak nüfuziyeti elde edilir. Daha nüfuziyetli kaynakta daha çok yüksek seviyedeki güçlerde (15 kW'a kadar) sürekli çalışma gerekir. Kaynakta kullanılan yüksek güçlü ticari lazerlerde YAG kristalinin yerini CO_2 , azot ve helyum gazlarının karışımıyla doldurulmuş bir tüp almaktadır.

Nd: YAG lazerinin ışınması, fiber optik yoluyla çalışılacak parça üzerine taşınabilir. Bu nedenle Nd:YAG lazer ışının hareket kabiliyeti, bu lazer tipini, CO_2 lazer kaynaklarına göre daha kullanışlı yapmaktadır.

Nd:YAG lazer kaynak yönteminin avantajları:

- Yansıtıcı metallere daha az yansıtma,
- Düşük işletme maliyeti,
- Fiber optik ışın bırakım sistemi.

CO₂ Lazer Sistemi

Yüksek ve devamlı güç (50 kW'a kadar) elde edilebilen bir lazer sistemidir. Diğer sistemlere göre verimi en yüksek olan sistemdir. Çıkış verimi; çıkış lazer gücünün elektriksel giriş gücüne oranı olarak tanımlanır ve % 10'a yaklaşır. Lazerin üretimi bir doğru akım kaynağıyla veya radyo frekanslarıyla sağlanabilmektedir. Dalga boyu 9-11 µm arasında değişen kızıl ötesi ışınım yayarlar. Ancak en çok kullanılan dalga boyu 10,6 µm'dir.

CO₂ lazer kaynağında genellikle koruyucu gaz olarak helyum kullanılır, çünkü helyumun yüksek bir iyonlaşma potansiyeli vardır ve bu da plazma oluşumunu azaltarak, nüfuziyeti artırıp yüksek kaliteli kaynak yapılmasını sağlar. Özel uygulamalarda, koruyucu gazlar karışım halinde kullanılırsa daha iyi sonuç vermektedir.

CO₂ lazer kaynağının avantajları:

- Yüksek elektriksel verim,
- Düşük işletme maliyeti,
- Kolayca yüksek güçlere ölçeklendirilme imkanı.

Lazer kaynağı, teknolojik şartlara bağlı olarak, iki temel prensipten birini esas alarak gerçekleştirilmektedir:

- 1) Derinlemesine nüfuz eden lazer kaynağı (Keyhole laser welding)
- 2) İletim lazer kaynağı (Conduction laser welding)

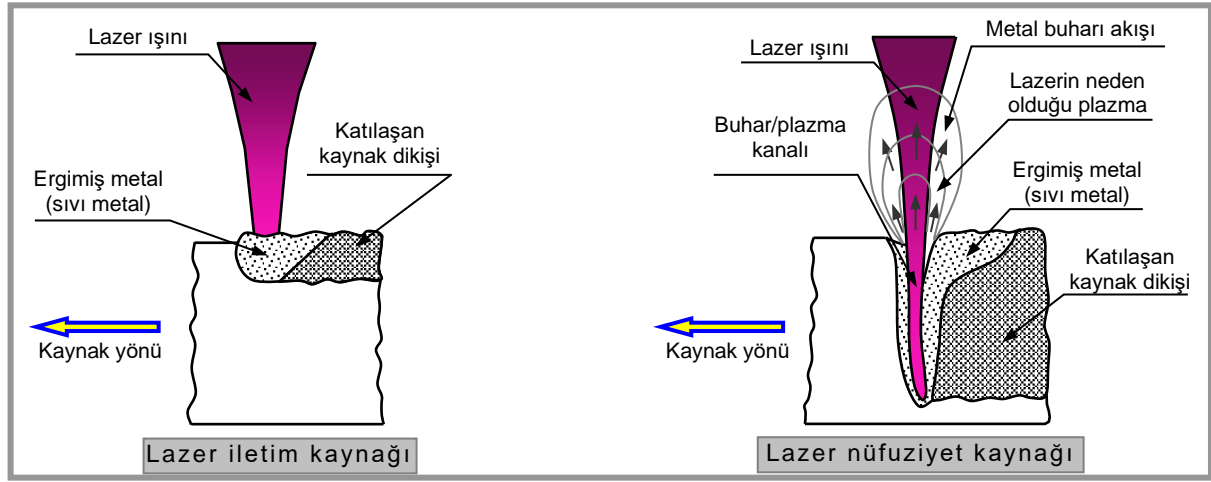
Derinlemesine nüfuz eden lazer kaynağı

Derinlemesine nüfuz yöntemi ile elde edilen lazer kaynağına *Anahtar Deliği* (kılavuz çukur) manasına gelen "KEY HOLE" yöntemi de denir. Eğer, yeterince güç yoğunluğuna sahip olan lazer ışın demeti malzeme yüzeyine odaklanırsa anahtar deliği elde edilir. Bu anahtar deliğinin oluştuğu yerde bir ergime havuzu meydana gelir. Söz konusu yerde ergiyik halde bulunan malzeme yer çekimi, yüzey gerilmesi ve buhar basıncının etkisi ile kararlı bir dengede bulunur. Anahtar deliği mekanizmasında 1:10 oranında en:boy değişimi söz konusu olur. Kaynak çukuru oluşturarak malzemelerin kaynatılması işlemi, özellikle kalın sacların kaynak edilmesi için uygun olan bir yöntemdir.

İletimsel lazer kaynağı

Malzemelerin kaynatılmasında kullanılan lazer iletim prensibinin fiziksel temeli, malzemenin lazer ışın enerjisini yutarak, kaynama noktasına ulaşabilmesidir. Kaynama noktasına ulaşan malzemelere uygulanan sabit bir kuvvet, bu malzemelerde birleşmeye sebep olur. İletimsel lazer kaynağı, lazer güç yoğunluğunun malzemenin kaynama noktasına ulaştırılmasına

yetmediği fakat malzemeyi ergitebildiği durumlarda kullanılır. Tam olarak derinlemesine nüfuz eden kaynak ise ince malzemelerde yapılabilir. İletim lazer kaynağında dikiş formunun yüksek oranda en boy oranına sahip olması mümkün değildir. Eğer yüksek güç yoğunluklu lazerler kullanılarak ince metallerin kaynatılması istenirse kaynatma yerine kesme işlemi oluşur. Bazı araştırmalar, iletim lazer kaynağının kalınlığı 0,5 mm'nin altında olan sac malzemelerin kaynatılması için uygun olduğunu göstermiştir. Şekil 12.2'de lazer iletim kaynağı ve lazer nüfuziyet kaynağının şematik gösterimi verilmiştir.



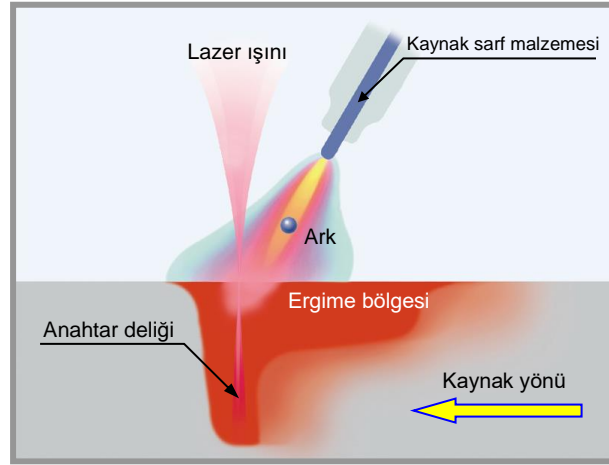
Şekil 12.2. Lazer iletim ve lazer nüfuziyet kaynağı.

Lazer kaynak kalitesini etkileyen parametreler

Lazer kaynağının kalitesini etkileyen esas parametreler şunlardır oluşmaktadır. Lazerin dalga boyu ve kullanılan merceğin lazer demetini yutma oranı, lazer ışınının gücü, lazer ışınının leke boyutu, lazerin çalışma modu (Sürekli dalga veya darbeli), lazer ışınının odak uzaklığı ve odak noktası, iş parçasının kimyasal bileşimi, iş parçasının fiziksel geometrisi, iş parçasının kalınlığı, iş parçasının yüzey durumu, koruyucu gaz (karışım oranı, akış hızı, basınç, meme boyutu ve pozisyonu), kaynak karakteristiği (kaynak hızı, birleştirme geometrisi ve aralık toleransı). Kaynağın malzemeye nüfuz derinliği, güç yoğunluğu ve kaynak hızına bağlıdır. Malzemeye uygulanan güç yoğunluğu arttıkça ve kaynak hızı azaldıkça nüfuz derinliği artar.

Lazer kaynağı, sürekli (CW), darbeli (Pulsed) veya Q-anahtarlamalı (Lazer ışığı üretilen ortamdan birim anahtarlama zamanında açığa çıkan enerjiye Q değeri ve bu işleme Q anahtarlama denir) modda çalıştırılabilir. Darbeli operasyonlar genellikle lazerin ısısını azaltmak için kullanılırlar. Buna karşın, bir çok durumda, darbeli operasyonlar Q-anahtarlama ve mod-kilitlenmesi (zaman içindeki darbe genişliğinin kısaltılması) gibi tekniklerle kombine olarak kullanılırlar. Q anahtarlamalı ve mod kilitlenmeli lazerler çok yüksek zirve güç yoğunluklarının konsantrasyonunda, bağlı olarak kısa darbe uzunlukları sağlama kabiliyetine sahiptirler.

Ülkemizde henüz üretimde kısıtlı uygulamaları bulunan lazer kaynak uygulamaları gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılmakta ve bunun ötesine lazer hibrit uygulamalarına geçilmiş bulunmaktalar. Lazer-ark hibrit kaynağı adı verilen ve lazer ile ark kaynağını birleştiren bu metot da, aynı kaynak bölgesinde aynı anda her iki yöntem de uygulanmakta ve sonuçta birbirlerini etkileyip desteklemeleri sağlanmaktadır. Lazer-ark hibrit kaynağında, ark yöntemi olarak MIG veya TIG kaynağı kullanılabilir. TIG kaynağı kullanıldığında ilave metal sisteme dışarıdan verilir. Şekil 12.3'de Lazer-MIG hibrit kaynak yönteminin şematik gösterimi verilmiştir.



Şekil 12.3. Lazer-MIG hibrit kaynak yönteminin şematik gösterimi.

Bu hibrit kaynak uygulamasında, birbirini takip eden iki işlemin aksine, her iki kaynak işlemi birlikte gerçekleşir. Bu şekilde, iki farklı kaynak yönteminin üstünlüklerinin bir araya getirilmesi amaçlanmaktadır. Hibrit kaynak işlemi ile, iki kaynak metodunun aynı anda uygulanması sonucu, her bir kaynak işleminde tek başına elde edilen değerlerle karşılaştırıldığında hem kaynak derinliğinde, hem de kaynak hızında artış elde edilmektedir.

Ayrıca, her iki metottan hangisinden ne oranda güç girdisi seçilmiş olduğuna bağlı olarak hibrit prosesin karakteristik özellikleri o metoda doğru çekilerek ayarlama yapılabilir. Bu yöntemin çeliklerin kaynak işleminde bir başka getirisi de, lazer kaynağında karşılaştığımız kaynak bölgesinde kırılma faz oluşumunun elimine edilmesidir.

Hibrit kaynak metodunda, sadece kaynak bölgesinde değil ilave telde de buharlaşma gerçekleşir. Bu durumda, sadece lazer ile kaynak yapma durumunda söz konusu olan buharlaşma ile plazma oluşumunun ve plazmanın lazerle etkileşiminin kesik kesik olması yerine, sürekli bir enerji aktarımı ve plazma oluşumu gerçekleştiğinden malzemeye enerji aktarımında aksama meydana gelmez.

Lazer-ark hibrit kaynak yöntemi, yeni ve kendisini oluşturan her bir kaynak metodundan daha iyi sonuçlar veren bir kaynak metodudur. Bu kaynak yöntemi, daha geniş toleranslarda daha kaliteli ve hızlı kaynak yapılabilmesine olanak verebilmesi açısından önemlidir. Bu yöntemle C-Mn çelikleri, paslanmaz çelikler ve alüminyum alaşımları ile az yaygın olmakla birlikte titanyum ve nikel alaşımları da kaynak yapılabilir. Bu yöntemde birleştirme tipleri bindirme ve köşe kaynakları şeklinde olabilmektedir.

Lazer Gazları

Endüstriyel lazerlerin bir çoğunda, lazer ışınının oluşabilmesi için özel gazların kullanılması gereklidir. Gazın kalitesi ve seçimi, lazerin güvenilirliğini ve işlemin verimliliğini doğrudan etkiler. Lazer gazları genellikle, yüksek saflıkta özel gazlardır. Lazer gazları, makineye ya ayrı ayrı tüplerden ya da önceden belli oranlarda karıştırılmış olarak verilir. Bu, ön karıştırma ya da gazların ayrı tüplerde verilmesindeki işlem parametreleri (gaz debisi, basınç saflığı vb) her lazer makinesi üreticisi tarafından belirlenir ve o şartlarda makineye verilir. **Karbondioksit lazerinde** genellikle karbondioksit, azot ve helyum gazları veya belirli oranlarda karışımları kullanılırken **Nd: YAG Lazerinde ışını** oluşturan ortam katı olduğu için gaz kullanılmaz.

Lazer ışın kaynağında, lazer gazlarının yanında kaynak bölgesini koruyucu yardımcı gazlar da kullanılmaktadır. Yardımcı işlem gazları, lazer ışınının malzeme ile tepkimeye girdiği noktalarda kullanılır. Gazın seçimi ve kalitesi, işlem kalitesini ve verimliliğini önemli ölçüde etkiler. Çizelge 12.3'de lazer kaynağında kullanılan gazları ve kullanım yerleri verilmiştir.

Çizelge 12.3. Gazlar ve kullanım yerleri.

Gazlar	Karbondioksit Lazeri	Nd:YAG Lazeri
Oksijen	Kesme	Kesme
Azot	Kesme	Kesme
Helyum	Kesme	Kaynak
Argon	Kesme	-

Lazer kaynağı, birçok açıdan elektron ışın kaynağı ile benzerlik göstermektedir. Işın parça yüzeyine çarptığında kinetik enerji salınır ve bir kaynak banyosu oluşur. Elektronik endüstrisinde, nokta kaynağı için özellikle tellerin düz yüzeylere birleştirilmesinde ve kenar birleştirmelerinin sağlanmasında düşük güçte lazerler kullanılmaktadır. Elektron ışın kaynağının tersine, lazer ışını havada kolaylıkla hareket ettiğinden bir vakum odası gerektirmez. Burada ergimiş metal TIG kaynağında olduğu gibi helyum veya argon gazı ile korunmalıdır.

Lazer kaynağının kullanıldığı yerler

Lazer kaynağı ile aynı özellikte veya ayrı özellikte olan demir ve demir dışı malzemeler birleştirilebilir. Bu yöntem ile genel olarak bakır, nikel, tantal, paslanmaz çelik, alüminyum, tungsten, çelik ve gümüş gibi malzemeler kaynak edilebilirler. Birleştirme şekilleri ise tel-tel, sac-sac ve tel-sac biçiminde olabilmektedir. Bu yöntemle tellerde olduğu gibi alın kaynağı yanında, bindirme dikiş kaynağı da yapılmaktadır. Lazer kaynağı, günümüzde elektronik, saat, hassas cihaz ve tıp endüstrisi dallarında yaygın olarak kullanılmakta olup, gelişen otomasyon teknikleri sayesinde, otomotiv ve gemi endüstrisinde de uygulama alanına girmiştir. Yapılan birleştirmelerin kalitesi, malzemenin öz yapısına, metalurjik ve mekanik bakımdan uygundur.

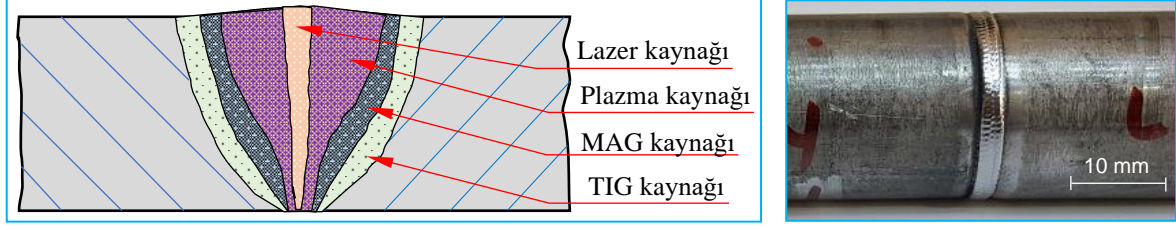
Lazer ışın kaynağının ve/veya kesmenin en çok kullanıldığı alanlar şunlardır.

- Kaynak alanındaki ısınmanın çok küçük olması istenen yerlerde,
- Soğuma sırasında metalurjik yapının değişikliğe uğramaması gereken yerlerde,
- Kaynatılması zor olan malzemelerin birleştirilmesinde,
- Birleştirme yerinde herhangi bir iz, bere ve deformasyon olmasının istenmediği yerlerde,
- Çok küçük (iğne ucu kadar) alanların nokta kaynağı gibi birleştirilmelerinde,
- Kimya endüstrisinde vb. alanlarda, tıpta, askeri araştırma ve üretimlerde.
- Son zamanlarda lazer ışını ile malzeme yüzey kaplama (Stellite 6 gibi) teknolojileri konularında çalışmalar yapılmaktadır.

Lazer kaynağı ile diğer kaynak yöntemlerinin karşılaştırılması

Geleneksel elektrik ark kaynak metodları ve lazer ışın kaynağı arasındaki en önemli fark, enerjideki transfer modudur. Elektrik ark enerji transferinin aksine, malzeme tarafından lazer ışın enerjisinin absorpsiyonu, lazerin çeşidi, gelen güç yoğunluğu ve ana malzeme yüzeyinin durumu gibi birçok faktörden etkilenmektedir.

Kaynaklı bağlantının mukavemeti doğrudan kaynak dikişin şekli ile ilişkilidir. Dikiş şekli ise seçilen kaynak metodu ve bu metodun çeşitlerine bağlı olmaktadır. Farklı kaynak yöntemlerine göre oluşan bazı önemli kaynak dikişleri, ince dikiş (elektron ışın ve lazer ışın kaynağı), yanal tip dikiş (plazma kaynağı) ve vazo şeklinde dikiş (TIG kaynağı) olarak elde edilmektedir. Bu dikiş şekillerinin çeşitleri kaynak yöntemlerine göre ortaya çıkarken, aynı zamanda kaynak yönü, kaynağın dik veya açılı uygulanması ve ayrıca kullanılan koruyucu gazların gaz bileşimlerine göre de değişmektedir. Şekil 12.4’de bazı kaynak yöntemine göre elde edilen dikiş geometrileri şematik olarak ve lazer kaynağı ile birleştirilmiş bir boru fotoğrafı gösterilmektedir.



Şekil 12.4. Kaynak yöntemine göre elde edilen dikiş geometrileri.

Lazer ile kesme

Karbondiyoksit lazer tezgahlarında lazer, karbondiyoksit gazına elektrik akımı verilerek oluşturulur. Bunun yanında kullanılan azot ve helyum gazı düşük verimde olan karbondiyoksit lazerine eklenerek verim % 30 artırılmaktadır. Lazer ışını tezgahın rezonatör bölümünde cam tüpler içinde 10 m'ye yakın bir mesafe ilerler. Bu tüplerden gaz geçerken iki ucu arasından elektrik akımı verilerek lazer ışını oluşturulur. Lazerin bir ışın olması sebebiyle aynalar sayesinde yönleri değiştirilebilmektedir. En son olarak lazer ışını aynalar vasıtasıyla kesme kafasına gelmekte burada kesme işlemi yapılmaktadır.

Lazer ışınlarındaki yüksek hız ve kinetik enerji kolaylıkla delme ve kesme yapabilmektedir. Lazer, seramik dahil her tür malzeme kesiminde kullanılabilir. Kesme sırasında herhangi bir ergime ortamı meydana gelmediği gibi ısı da oluşmaz. Böylece kesme bölgesinde fiziksel ve kimyasal fark görülmez.

Bu yöntemle sertliği veya yoğunluğu ne olursa olsun, tüm malzemeler çabuk ve pürüzsüz olarak kesilmektedir. Maksimum işlenebilecek malzeme kalınlığı lazer osilatörünün çıkış gücü ile belirlenmektedir. Boyalı, galvaniz kaplı sac plakalar dahil, çok ince malzemelerden, kalın malzemelere kadar tüm ürünler en yüksek hızlarda kesilebilmektedir.

Lazer ışını ile kesme yönteminin diğer termik kesme yöntemlerine göre bazı üstünlükleri;

- Makinalar yüksek hareket yeteneğine sahiptirler.
- Kesilen yüzey daha az pürüzlü ve/veya pürüzsüzdür.
- Isıdan etkilenmiş bölge çok dardır.
- Sert malzemeler işlenebilirler.
- Karmaşık şekilli parça üretimi için hem elverişli hem de hızlıdır.
- Dar bir kesim genişliği sunduklarından malzeme israfı azdır.

Yöntemin avantajları

- Birkaç mikron mertebesindeki bölgelere odaklanabilme kabiliyeti 10 W/cm'nin üzerindeki yüksek güç yoğunluğu sebebiyle tungsten gibi yüksek ergime sıcaklığı olan metaller kendiliğinden ergirler ve ısıya duyarlı civar bölgeler üzerindeki etki minimuma iner.
- Lazer ışını temassız olarak çalışır, yani takım ile iş parçası arasında hiçbir mekanik kontak oluşmaz ve iş parçasının istenmeyen alaşımlaşması veya distorsiyonu önlenmiş olur.
- Kaynak süresi, iri taneli olma, tekrar kristalleşme ve segregasyon gibi uygun olmayan iç yapı değişimlerine engel olacak ve hızlı üretimi sağlayacak kadar kısadır.
- Lazer ışınının üretimi mikroplazma kaynağındaki gibi koruyucu gazların kullanılmasını, elektron ışını ile kaynaktaki gibi vakumun sağlanmasını gerektirmez. Bu sebepten bilhassa seri imalat için, üretim hızı, otomatize edilebilmesi imkanı gibi üstünlükleri vardır.
- Isı girdisi düşük olduğundan ITAB dar ve burada ısıdan dolayı gerçekleşecek metalurjik etkiler ve çarpılma düşük olacaktır.
- Dolgu ilavesi olmaksızın 32 mm'ye kadar tek pasolu kaynak yapma olanağı sağlar.
- Elektroda ihtiyaç yoktur. Bu nedenle elektrodan kaynaklanacak kirlenmelerin önüne geçilmiş olur.
- Lazer ışını optik elemanlar kullanılarak kolaylıkla odaklanıp, doğrultulup yönlendirilebildiği için diğer kaynak yöntemleri ile ulaşılması zor olan yerlerde kaynak yapılabilmesini sağlar.
- Geniş bir malzeme aralığı ve bunların kombinasyonunu kaynaklamak mümkündür.
- Lazer ışını, elektron ışın kaynağında olduğu gibi manyetik alandan etkilenmez.
- Vakum veya X-ışını koruması gerektirmez.

Yöntemin dezavantajları

- Birleştirmelerin yerleştirilmeleri hassasiyet gerektirir.
- Yansıtma ve ısı iletkenliği özelliklerinden dolayı alüminyum ve bakır alaşımlarının kaynaklanabilirlikleri olumsuz etkilenir.
- Kaynak yerinin yüksek derinlik/genişlik oranından dolayı, dolgu metalinin içeriye sokulmasında zorluk vardır.
- Hızlı katılaşmadan dolayı kaynak bölgesinde gözenek ve gevreklik beklenebilir.
- Lazer ekipmanlarındaki, optik elemanların korunması bakımından temiz bir çevre gerektirmektedir.
- Özellikle yüksek yansıtma kabiliyetine sahip malzemelerin kaynağında ek tedbirler almak gerekebilir. (Örneğin; yüzeyin siyah boya ile boyanması, grafit, mangan vb. maddelerle kaplanması gibi).

- Kullanılan lazerler göze veya deriye direkt veya dolaylı olarak temas ettiklerinde ciddi sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Bundan dolayı, çalışan personelin lazerin tehlikelerinden haberdar olması gereklidir.
- Kaynak işleminde nüfuziyet derinliğinin 0.1-8 mm arasında olması, özellikle kalın parçaların kaynağında kullanımını sınırlamaktadır.

KAYNAK

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