

Ipari jelöléstechnológia lézerberendezései

# Melyiket válasszuk?

**A lézeres anyagmegmunkálás – számos előnyének köszönhetően – az utóbbi években elterjedt technológiává vált. Előszeretettel alkalmazzák az ipar szinte minden területén, így például az elektronikai és a gépiparban, a szerszám- és a járműalkatrész-gyártásban, valamint az orvosműszer-iparban is.**

Az ipai lézeres jelöléstechnológia hatékonysága abban rejlik, hogy a termékre rövid idő alatt, érintésmentesen vihető fel a termék azonosítására szolgáló szöveg vagy termékazonosító kód, amely lehet a már jól ismert vonalkód (1D-s kód) vagy datamátrix (2D-s kód) forma. A termékazonosító kód előnye, hogy nagy adatmennyiséget kis területen tudunk tárolni, illetve a szükség szerinti visszaolvasás nagy biztonsággal megoldható. A kód pontos adatokat tartalmaz a gyártási paramétereiről (dátum, idő, gyártósor stb.) és a termékről (típus, sorozatszám stb.). További fontos szempont, hogy megvalósítható a gyártás közbeni termék-nyomonkövethetőség, így a gyártósori gépek a kód visszaolvasásával automatikusan indíthatják a termék típusának megfelelő programot. Ha a már üzemelő vonalkódos címkenyomatást lézertechnológiával megvalósított adatrögzítési rendszere szeretnénk cserélni, tisztában kell lenni azzal, hogy milyen típusú lézerral milyen adatrögzítési formát és milyen méretben akarunk alkalmazni az adott gyártósoron.

## A kiválasztás szempontjai

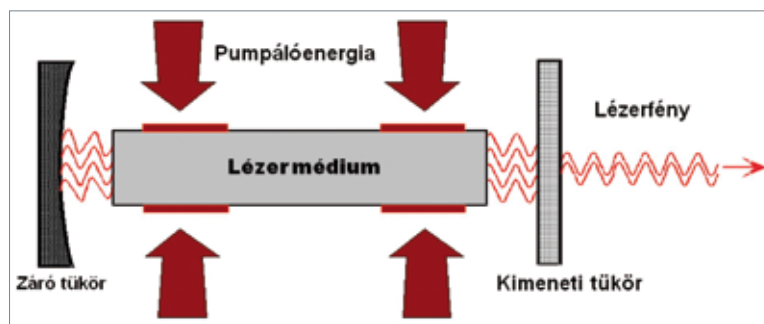
A tömeggyártásban egyre nagyobb az igény a berendezés működésének megbízhatóságával és termelékenységével, valamint a gyors és egyszerű karbantartósággal kapcsolatosan. Mindemellett a berendezés megválasztásakor fontos szempont, hogy a berendezések hosszú távú karbantartási és fenntartási költsége. Az első és legfontosabb kérdés, ha lézerberendezést választunk,

hogy a lézeres jelölést milyen célból kívánjuk alkalmazni. Ha azt szeretnénk, hogy a gyártás során a termék gépi olvasással, automatikusan nyomon követhető legyen, akkor a termékazonosító kódos jelölést célszerű alkalmazni (például datamátrix kódforma lézeres jelölése az elektronikai iparban az áramköri lemezekre). Lézeres jelöléssel egyszerű, olvasható szöveges feliratot is készíthetünk, például egy villáskulcs méretének jelölése. Természetesen

legjobb. Ez azt jelenti, hogy a gyártási folyamat során ugyanazon jelölési pont mindig ugyanoda kerüljön a művelet többszöri ismétlése után is. Továbbá elvárás, hogy a jelölési folyamat során a lézer termelékenyen és hibamentesen működjön. Nem elhanyagolható kérdés a berendezés karbantartási igénye, és az ehhez szükséges pótalkatrészek és szolgáltatások költsége sem. Az ideális lézerberendezés megbízható, pontos, a gyártást nem akadályozó karbantartást igényel, és minimális a fenntartási költsége.

## Régi és új lézertípusok

A leggyakrabban alkalmazott jelölőlézerek a már jól ismert impulzusüzemű szilárdtestlézerek (Nd:YAG vagy Nd:YVO<sub>4</sub>, a továbbiakban Nd:YAG), illetve a folyamatos vagy impulzusüzemű gázlézerek (CO<sub>2</sub>). Az ipari jelöléstechnológiában azonban megjelent egy új jelölőlézer, a fiber (optikaiszál-, azaz szállézer) jelölőlézer is, amely szintén impul-



A gáz- és szilárdtestlézerek klasszikus felépítése

mindkét esetben a lézerberendezés megválasztásakor – a második legfontosabb kérdésként – figyelembe kell venni a jelölendő termék anyagát, mivel nem minden anyag jelölhető ugyanazzal a lézerberendezéssel. Ha eldöntöttük, milyen célból, milyen anyagra, milyen méretben alkalmazzuk a lézeres jelölést, akkor a berendezés megbízhatóságát és karbantartási, fenntartási költségeit célszerű szem előtt tartani.

Egy lézerberendezést akkor tekintünk megbízhatónak, ha a lézerjelölés ismételhetsége a lehető

zusüzemű szilárdtestlézer, de sokkal nagyobb hatásfokkal dolgozik, mint az Nd:YAG- vagy a CO<sub>2</sub>-lézer. A lézerfényt egy másik sugárzás, a gerjesztőfény által tudjuk létrehozni (pumpálás). A szilárdtestlézereket például lámpákkal vagy lézerdiódák fényével lehet gerjeszteni (pumpálni). Az Nd:YAG-lézerek hatásfoka (lámpapumpált ~1-3%, lézerdiódapumpált ~10%) a CO<sub>2</sub>-lézerhez képest meglehetősen alacsony, ezért sokszor a néhány száz watt teljesítményű lézert néhány tíz kilowattal kell gerjeszteni. Emiatt nagy mennyiségű hő keletkezik, így a folyamatos levegő- és (vagy) vízűtés elengedhetetlen.

A különböző lézertípusok összehasonlítása			
	Fiberlézer	Nd:YAG/YVO <sub>4</sub> -lézer	CO <sub>2</sub> -lézer
Lézertípus	szilárdtestlézer	szilárdtestlézer	gázlézer
Közvetítőanyag	itterbium optikai szál	Nd:YAG vagy YVO <sub>4</sub> kristály	gázelegy (szén-dioxid, nitrogén, hélium)
Hullámhossz	1062 nm	1064 nm	10 600 nm
Üzem mód	impulzus (pulse mode) vagy folyamatos (continuous wave)		
Üzemi hőmérséklet	0 °C–45 °C	10 °C–40 °C	15 °C–40 °C
Gerjesztés	lézerdióda (977 nm-en)	lézerdióda (808 nm-en)	rádiófrekvenciás sugárzás vagy nagyfeszültség (5000 V felett)
Gerjesztőforrás élettartama	>50 000 óra után pumpálódióda-csere	~12 000 óra után pumpálódióda-csere	~15 000 óra után csőcsere vagy -töltés
Hatásfok	~35-40%	~10%	~15-20%
Megmunkálható anyagok	minden színesfém, ipari és speciális fémek, forrasztásgátló lakkreteg, műanyagok stb.		üveg, műanyagok, fa, karton, bőr, gumi, márvány, felületkezelt fémek stb.
Alapgép jellemző nettó listaára	10 W-os fiberlézer, galvofejes ~9,5 M Ft	10 W-os diódapumpált Nd:YVO <sub>4</sub> , galvofejes ~12 M Ft	30 W-os, galvofejes ~5 M Ft
Tipikus karbantartási költségek, nettó	Elhasználódáskor pumpálódióda-egység cseréje ~930 E Ft	Elhasználódáskor pumpálóegység cseréje (lézerdióda+táp+optikai kábel) ~1,4 M Ft	Teljesítményeséskor csőújratöltés ~750 E Ft

Az Nd:YAG- és a fiberlézerek sugárfoltátmérője 3-4-szer kisebb a CO<sub>2</sub>-lézerénél. Ennek köszönhetően, ha jelöléskor nagyon kis termékkaznosító kódot szeretnénk használni (például 3 mm×3 mm-es datamátrix kódformát), akkor gépválasztáskor az Nd:YAG- vagy a fiberlézer jöhet szóba. Az Nd:YAG-lézerek tulajdonsága, hogy viszonylag alacsony átlagteljesítménnyel működnek, de nagy impulzus-csúcsteljesítményt adnak le. Ezzel szemben a folyamatos üzemű CO<sub>2</sub>-lézerek nagy átlagteljesítménnyel, mégis kisebb hatékonysággal dolgoznak. A fiberlézerek nagy előnye az eddigi jelölőlézerekkel szemben, hogy egy adott szállézerrendszer 1,5-2-szer termelékenyebb lehet az Nd:YAG-rendszereknél, mert a fiberlézerrendszerben sokkal egyszerűbb a lézer gerjesztése, ennél fogva sokkal nagyobb hatásfokkal (~35-40%) működnek, mint a klasszikus szilárdtestlézerek.

### CO<sub>2</sub>-lézer

A CO<sub>2</sub>-lézer 10 600 nm hullámhosszúságú lézersugarat bocsát ki. Jó hatásfokának és nagy teljesítményének köszönhetően a gázlézerek között a legelterjedtebb. A lézeres jelölésre 10 W-tól 120 W-ig terjedő teljesítményű impulzus- vagy folyamatos üzemű, úgynevezett zártcsöves léze-

rek terjedtek el. A zártcsöves lézerek adott időre elegendő gázkeverékkel vannak feltöltve, szemben a kivágásra használt több kilowattos lézerekkel, amelyek folyamatos gázkeverést igényelnek. Az impulzusüzemű jelölésre használatos CO<sub>2</sub>-gázlézert RF (rádiófrekvenciás) sugárzással, míg a folyamatos üzemű gázlézert a gáztérben elhelyezett elektródákkal, magas feszültséggel gerjesztik. A gázlézert hosszú élettartam jellemzi, és „izmos” teljesítménye következtében nagy termelékenység érhető el vele.

Mint minden berendezésnél, így a zártcsöves CO<sub>2</sub>-lézer esetében is a használata során a kibocsátott teljesítménye csökken, ezért az elhasználdott lézerforrást (lézercsővet) időnként cserélni, illetve újratölteni kell. A pontos üzemóra nem meghatározható, attól függ, milyen a berendezés kihasználtsága, azonos vagy gyakran változó feladatokat végez-e a gép esetleg eltérő beállításokkal, illetve az üzemeltetési körülményektől is, azaz megfelelő-e a hűtés és az üzemi hőmérséklet. A lézerforrás cseréjének (újratöltésének) költsége a lézer teljesítményétől függően változhat: minél nagyobb teljesítményű a lézerrünk, annál többre kerül a lézerforrás cseréje (újratöltése). Az újratöltés a gázkeverék pótlását vagy cseréjét jelenti, amely kedvezőbb áron elérhe-

tő, mint a teljesen új csőre való cserélés. Egyes cégek viszont nemcsak töltik a lézerforrást, hanem egyúttal felújítást is végeznek a cső optikáin és elektronikáján, és előre felújított csövet biztosítanak a régiért cserébe, amely értéknövelt szolgáltatásként lehetővé teszi, hogy csak 1-2 órás leállással kelljen számolni.

### Nd:YAG/YVO<sub>4</sub>-lézer

Az Nd:YAG szilárdtestlézerekben két tükör közé helyezett lézerkristályt gerjesztünk lámpák vagy lézerdiódák fényével. A lézer által kibocsátott lézerfény hullámhossza 1064 nm, amely a közeli infravörös tartományba esik, így szemmel nem látható, ezért a tájékozódásra jelzőfény (pilotfény) alkalmazása szükséges. Az Nd:YAG-lézer a szilárdtestlézerek tipikus példája, minden lehetséges lézerüzeműdben működhet: folytonos, folytonosan gerjesztett Q kapcsolt, impulzusban gerjesztett Q kapcsolt és pikoszekundumos impulzusok keltésére is alkalmas móduscsatolt változataival is találkozhatszunk. A lézeres jelölésre az impulzusüzemű, 3 W-tól 100 W-ig terjedő kimenő teljesítményű diódapumpált, Q kapcsolt, általában nanoszekundumos impulzushosszúságú Nd:YAG szilárdtestlézerek terjedtek el.

Az Nd:YAG kristály (lézermédium), zárótükör, kimeneti tükör – ezek alkotják a rezonátort – és a pumpáló lézerdíóda összehangolása elengedhetetlen, nagyon precíz mechanikai beállítás szükséges. Az elemek nem megfelelő összehangolása teljesítménycsökkenéssel járhat, ezért azt szigorúan ellenőrizni kell. Emellett, ha a jelölés során a lézer által kibocsátott teljesítményt gyakran változtatjuk (például 90%-ról hirtelen 40%-ra), a lézerdíóda élettartama csökkenhet. A teljesítményváltoztatáskor a lézerdíódat állandóan hangolni kell a kívánt teljesítményértékre, ami nagyon igénybe veszi a pumpáló fényforrást, magát a lézerdíódat. Ezért az ilyen típusú ipari jelölőlézereket teljesítményértéktől és a kihasználtságtól függően állandó levegő- vagy vízűtéssel működtetik.

### Fiberlézer

A fiberlézer (szállézer) újszerű, robusztus és igen tartós szilárdtestlézer-rendszer. A kibocsátott lézertény

hullámhossza 1062 nm. A fiberlézer jelentősen kedvezőbb élettartamának és megbízhatóságának, valamint egyszerű felépítésének köszönhetően teljes költsége kisebb az Nd:YAG-rendszerekénél. A lézerközvetítő anyag gerjesztése az optikai szálon keresztül speciális diódalézerrel történik. Az általánosan használt gyűrűrezonátoros elrendezésben az optikai szál tölti be a rezonátor szerepét is. E konstrukciónak köszönhetően a fiberlézer minimális optikai elemkészlettel, jobb mechanikai stabilitással és sokkal nagyobb hatásfokkal működik az Nd:YAG-rendszerekénél.

Az ipari fiberlézer fém-, illetve áramkörti lemezek gyors jelölésére, acél gravírozására és műanyagok színváltozását okozó jelölésére használatos. Alkalmos 1 mm lemezvastagságig különböző fémlamezek precíziós vágására is. Az ipari fiberlézerek jelentős munkaórát képeznek karbantartásmentesen üzemelni. Felhasználói körük igen széles:

az autó-, a gyógyszer- és a gyógyszerkészítéstechnológiai, valamint az elektronikai ipar. A speciális lézerdíódnak és az optikai szálnak köszönhetően a gerjesztés sokkal egyszerűbb, nincs szükség kalibrálásra, nincs eldobható alkatrész, és mérete sokkal kisebb az Nd:YAG-rendszerekénél.

Összefoglalóan elmondhatjuk, hogy az adott anyaghoz az anyag felületén a legjobb jelölési minőséget és sebességet biztosító lézerberendezést kell választani, de nem elhanyagolható, hogy mekkora az adott gép vételára, valamint karbantartási igénye és költsége. A fentiekben összehasonlított, az ipari lézeres jelöléstechnológiában leggyakrabban alkalmazott lézerek bármelyike alkalmas ipari lézeres jelölésre, de a jelölési lehetőségeket elsősorban a jelölendő anyag határozza meg.

Varga Bernadett

varga.bernadett@trotec.hu  
www.trotec.hu

setting  
new  
standards

Fiber Laser a  
Trotec-től

- Jelölés
- Gravírozás
- Kivágás







**Előnyök:**

- Akár 10x hosszabb élettartam más YAG-lézerekhez viszonyítva – karbantartásmentes üzemeltetést biztosít
- Kiváló nyalábminőség – pontos és nagy felbontású jelöléseket tesz lehetővé
- Kicsi fejméret és 19" rack gerjesztő egység a PC-vel egybeépítve – könnyen integrálható
- Léghűtéses – alacsonyabb üzemeltetési költségek

**www.trotec.hu**  
trotec@trotec.hu

Trodimp-R Kft.  
1119 Budapest, Andor u. 43.  
Tel.: (1) 206-2157 Fax: (1) 203-5069








**lézergépek. jelölés gravírozás kivágás**