

Tájékoztató
a „Különleges megmunkálások” című tárgy oktatásához
Neptun kód: GEGTT324M

Szak:	Gépészmérnöki mesterszak (MSc)
Évfolyam:	II.
Szakirány:	Gépgyártástechnológia és gyártási rendszerek
Előadó:	Kun-Bodnár Krisztina egyetemi tanársegéd
Gyakorlatvezető:	Kun-Bodnár Krisztina egyetemi tanársegéd
Időtartam:	2022. szeptember 5. – december 9. heti 2 óra előadás és 1 óra gyakorlat (kéthetente 2 óra, 21k3)

Előadási és gyakorlati órák ütemterve

36. hét	Ea.:	A megmunkálási technológiák osztályozása a hasznosított energia forrása szerint. Tendenciák a megmunkálások fejlődésében.
37. hét	Ea.:	Hőhatás elvét hasznosító különleges megmunkálások. Elektroeróziós megmunkálások.
	Gy.:	Tájékoztató a félévközi követelményekről. Feladatkiadás.
38. hét	Ea.:	OKTATÁSI SZÜNET (Sportnap 09.21.)
39. hét	Ea.:	Lézeres megmunkálások. A lézersugár előállítása és sajátosságai. Lézer típusok. Lézeres vágás sajátosságai és alkalmazásai. A plazmasugaras és elektronsugaras megmunkálások jellegzetességei. Jellegzetes alkalmazási területek.
	Gy.:	Labor: Plazmasugaras megmunkálás.
40. hét	Ea.:	Kémiai és elektrokémiai megmunkálások. A maratás jellegzetességei és alkalmazási területei. Az anodikus oldás elve. Elektrokémiai süllyesztés és polírozás. Elektrokémiai köszörülés, elizálás.
41. hét	Ea.:	Mechanikai energiát hasznosító különleges megmunkálások. Ultrahangos megmunkálások. Az ultrahang előállítása. A leválasztás sajátosságai.
	Gy.:	Egyéni feladat otthoni készítése, konzultáció
42. hét	Ea.:	Vízugaras megmunkálások. Abrázív vízugaras vágás technológiája és jellegzetességei. A vágósugár tulajdonságai, az anyagleválasztás lényege. Az abrázív vízugaras vágás berendezései. A technológiai paraméterek hatása a vágás minőségére, pontosságára és termelékenységére.
43. hét	Ea.:	OKTATÁSI SZÜNET (10.26.)
	Gy.:	OKTATÁSI SZÜNET (10.26.)
44. hét	Ea.:	A gyors prototípus készítés lényege és eljárásai, helye szerepe és felhasználása a gépgyártástechnológiában.

45. hét Ea.: Tartósságnövelő mechanikai megmunkálások. Felülethengerlés, felületvasalás, felületszilárdítás.
Gy.: Labor: Gyors prototípuskészítés
46. hét Ea.: Nagysebességű forgácsolás. A leválasztás jellegzetességei. És alkalmazási területei. Nagysebességű marás. A megmunkáló rendszerrel szemben támasztott követelmények.
47. hét Ea.: Ultraprecíziós forgácsolás sajátosságai, követelményei. Szerszámok és szerszámgépek. A gyémánt különleges forgácsolási tulajdonságai.
Gy.: Feladatbeadás, hallgatói előadások.
48. hét Ea.: A keménymegmunkálás jellegzetességei. Határozott és határozatlan élű szerszámokkal végzett megmunkálások összehasonlítása. Technológiai jellegzetességek.
49. hét Ea.: A mikroforgácsolás és a környezetbarát megmunkálások jellegzetességei és alkalmazási területei.
Gy.: Félévzárás, pótlások.

A tantárgy félévi lezárásának módja: aláírás és kollokvium

Az aláírás megszerzésének feltételei:

Egyéni feladat eredményes elkészítése.

A vizsga: szóbeli, 30 perc felkészülési idővel. A vizsgán a tantárgy teljes anyagának a gyakorlati alkalmazáshoz szükséges elsajátításáról kell számot adnia a vizsgázónak. A vizsga értékelése ötfokozatú.

Irodalom

1. Dudás I.: Gépgyártástechnológia I. A gépgyártástechnológia alapjai. Miskolci Egyetemi Kiadó, 2000., p583
2. Dudás I.: Gépgyártástechnológia III. A megmunkáló eljárások és szerszámaik. Fogazott alkatrészek gyártása és szerszámaik. Miskolci Egyetemi Kiadó, 2003., p539
3. Gribovszki L.: Gépipari megmunkálások. Tankönyvkiadó, Budapest 1977, p454
4. Momber: Principles of abrasive waterjet cutting, Springer 1998, p394
5. Niebel-Draper-Wysk: Modern manufacturing process Engineering, Mc Graw-Hill Publishing Company 1989, p986
6. <http://www.uni-miskolc.hu/~ggytmazs/>

Miskolc, 2022. szeptember 1.

Kun-Bodnár Krisztina
egyetemi tanársegéd

Különleges megmunkálások feladatok	
1	Lézersugaras megmunkálások
2	Ultraprecíziós megmunkálások, mikroforgácsolás
3	Plazmasugaras megmunkálások
4	Elektrokémiai megmunkálások
5	Vízugaras-, abrazív vízugaras megmunkálás
6	Nagysebességű forgácsolás
7	Keménymegmunkálás
8	Gyors prototípus készítési eljárások
9	Tartósságnövelő mechanikai megmunkálások
10	Ultrahangos és elektronsugaras megmunkálások
11	Elektro-eróziós megmunkálások

MISKOLCI EGYETEM
Gyártástudományi Intézet
Miskolc-Egyetemváros

EGYÉNI FELADAT

„Különleges gyártástechnológiák” c. tantárgyból

«Név»
hallgató részére

1. Készítsen 5-10 oldalas tanulmányt a „**Feladat**” témakörében! A kidolgozás során érintse az alábbi területeket:
 - az eljárás komponensei
 - működése
 - az anyagleválasztás lényege
 - technológiai paraméterek
 - jellegzetes és/vagy különleges alkalmazások
2. Készítsen egy maximum 10 perces kiselőadást (kb 10 dia), és ennek segítségével számoljon be szóban is a munkájáról!

A feladat beadása két file elektronikus benyújtásával történik. (Feladat és prezentáció)
Az előadások megtartására a szorgalmi időszak utolsó két hetében kerül sor.

Beadási határidő: 2019. november 19.

Miskolc, 2019. szeptember 17.

Dr. Maros Zsolt
egyetemi docens



Miskolci Egyetem
Gépészmérnöki és Informatikai Kar
Gyártástudományi Intézet



Lézersugaras megmunkálás

Különleges megmunkálások c. tantárgyhoz tartozó beadandó dolgozat

Készítette: **Bekus Ágnes**

Neptun kód: E4OG15

2018

Tartalomjegyzék

1.	Történelmi háttér.....	3
2.	A lézerek működése	3
3.	A lézer felépítése.....	4
4.	Lézersugaras megmunkálások	6
	4.1. Lézersugaras vágás	7
	4.2. Lézersugaras fúrás	11
	4.3. Egyéb alkalmazások	12
5.	Felhasznált irodalom	13

1. Történelmi háttér

A lézersugár nem létezhetett volna a fény részecske jellegének leírása és a stimulált emisszió alkalmazása nélkül, melyek Albert Einstein nevéhez kötődnek.

Az első működő készülék 1960 május 16-án készült el egy amerikai fizikus, Theodore Harold Maiman jóvoltából. Egy mindkét végén tükröző réteggel bevont, csőbe helyezett, 1cm átmérőjű és 2cm hosszúságú mesterségesen növesztett rubin rúd, valamint egy xenon villanólámpa segítségével létrehozta az első lézerimpulzusokat.

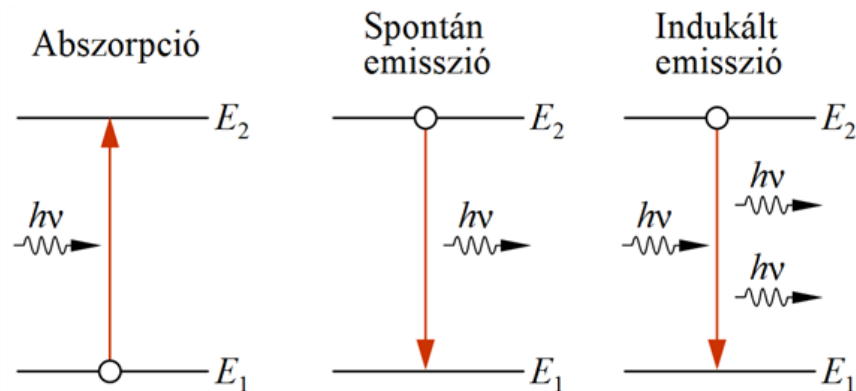
1964-ben Charles Hard Townes, Nyikolaj Gennagyijevics Bászov és Alekszandr Mihajlovics Prohorov megosztva fizikai Nobel-díjat kaptak a kvantumelektronika területén végzett munkájukért, mely elvezetett a méter-lézer elvű oszcillátorok és erősítők létrehozásához. 1967-ben az angol The Welding Institute kutatóintézetben lemezvágáshoz fejlesztettek lézereket. 1970-ben a Messer Griesheim piacra dobja az első CNC lézersugaras vágóberendezést.

2. A lézerek működése

A lézerek olyan fényforrások, amelyek vékony, egyszínű, kis széttartású fénynyalábot sugároznak ki, melyben a teljesítménysűrűség igen nagy lehet.

A lézeres anyagmegmunkáláshoz elengedhetetlen a lézer fényének és a munkadarab anyagának kölcsönhatása. Ez az 1. ábrán látható módon háromféleképpen történhet meg:

- abszorpció
- spontán emisszió
- indukált/stimulált emisszió



1. ábra

Emisszió, abszorpció [1]

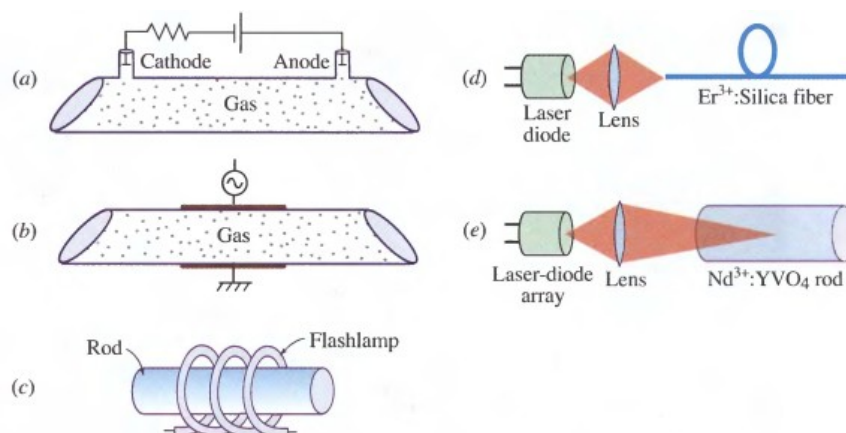
Ha egy atomban lévő elektront gerjesztünk, akkor az elektron alacsonyabb energiájú állapotba ugrik, miközben az atom a két energiaszint különbségével megegyező energiájú fotont sugároz ki. A gerjesztett atomra ugyanolyan $h\nu$ energiájú foton esik, mint amilyent magából kisugározna. A beesés pillanatában a beeső foton hatására azonnal megtörténik a kisugárzás, ezért nevezzük a folyamatot stimulált emisszióknak. Ilyenkor a beeső foton nem nyelődik el, hanem ugyanabban az irányban folytatja útját. A kisugárzott második foton is ugyanebben az irányban halad, az első fotonnal megegyező frekvenciával, sőt vele azonos fázisban.

A lézernél a stimulált emisszió egymás után sokszor megtörténik. Így meghatározott frekvenciájú, azonos irányban haladó, egymással megegyező fázisú fotonokat, vagyis lézersugarat kapunk.

3. A lézer felépítése

A lézersugárzás megvalósulásához néhány alapvető feltételnek teljesülnie kell. Először is szükség van egy *aktív közegre* (anyagi rendszerre) amelyben a lézer nyalábját alkotó fotonok megszületnek, ebben játszódik le a stimulált emisszió. Halmazállapotát tekintve az aktív közeg lehet gáz, folyadék vagy szilárd halmazállapotú, ami a lézerek csoportosításának egyik szokásos alapja is.

Másodszor egy olyan módszerrel kell rendelkezünk, amellyel a lézeranyag atomjainak jelentős számát gerjesztett állapotba hozhatjuk. A lézeranyag gerjesztési folyamatát *pumpálásnak* nevezzük, leggyakrabban a 2. ábrán látható módon elektromos vagy optikai folyamatok révén valósul meg.

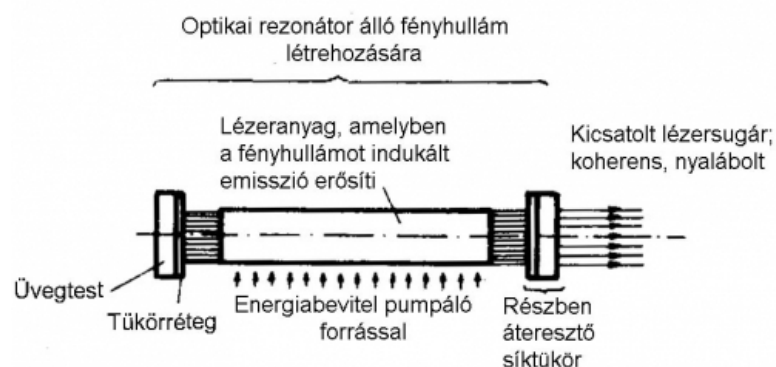


2. ábra

Elektromos és optikai pumpálás [2]

Az a.) esetben a gerjesztés, kisülés longitudinális vagy transzverzális, mely egyenáramú tápegységek segítségével valósítható meg. Az aktív közeggel érintkező elektróda szennyezheti a gázteret, ami leállást is eredményezhet. Ezen probléma orvoslására való a b.) pontban látható rádiófrekvenciás gerjesztés, ahol a pumpáló teljesítmény a gáztartály dielektrikum anyagán kapacitív csatolással jut keresztül, ami által a szennyeződés elkerülhető. A másik gyakran alkalmazott pumpálási típus a c.) pontban látható optikai pumpálás, melynél intenzív fényforrások fotonjai végzik az aktív közeg részecskéinek gerjesztését. Erre a célra a klasszikus fényforrások közül a villanólámpák és az ívlámpák alkalmasak. Nagy hátrányuk azonban az, hogy széles spektrumuk miatt fényüknek csak csekély hányada hasznosul, nagyobb része hőként veszendőbe megy. Ezen a helyzeten javítanak a d.) és e.) pontban látható lézerdiódák. Közel monokromatikus fénye miatt ügyelni kell arra, hogy hullámhosszukat megfelelően illesszük az aktív anyag abszorpciós átmenetének energiájához.

Végül meg kell találnunk a módját, hogyan érhetjük el, hogy a fény ne szökjön ki addig a lézertanyagból, amíg kellően sok stimulált emissziós foton-kétszerezés nem történik. Ezt úgy valósíthatjuk meg, hogy a lézertanyagot úgynevezett *optikai rezonátorba* helyezzük (3. ábra), amelyben tükrökön verődik oda-vissza a fény. Ha pedig az egyik végén a tükrő féligáteresztő, ez a fény egy részét átengedi.



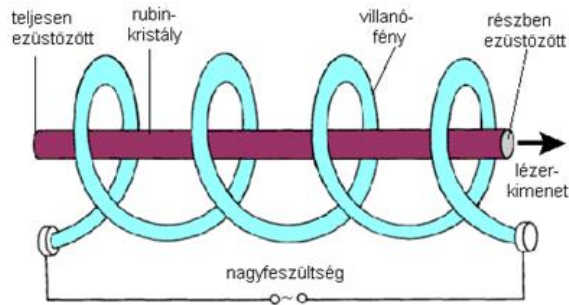
3. ábra

Lézersugár létrehozása [3]

A lézer energiaforrása elektromos kisülés vagy erős fényforrás is lehet.

Vannak speciális anyagok, amelyeknél az elektron az átlagosnál hosszabb időt is eltölthet a gerjesztett energiaszint alatt. Az elektronnak ezt az állapotát metastabil állapotnak

nevezik, és ez fontos szerepet játszik a lézerhez vezető jelenségek között. Maiman a sorsdöntő kísérletében rubinkristállyal dolgozott, gerjesztésként pedig egy villanólámpa fényét használta. A rubin-kristály (4. ábra) két végére féligáteresztő, illetve egy nagy visszaverő-képességű tükörréteget párologtattak.



4. ábra

Rubinlézer [4]

Az optikai üregből a felhasználó számára hasznos fényt, a lézernyalábot a *kicsatoló elem* segítségével vezetjük ki. Ez lehet egy részben átlátszó szilárd test, egy teljesen átlátszó gáz, vagy akár egy diffrakciós rács is.

4. Lézersugaras megmunkálások

Az ipari és megmunkálási célú lézerberendezésekhez, sugarakhoz és technológiákhoz minden esetben a lézersugár energiatartalmát (teljesítményét) használjuk fel az anyagmegmunkálásra. Ez azt jelenti, hogy a lézersugár energiája a megmunkálandó anyagban elnyelődik, ott hővé alakul, és ez a hőenergia fejti ki a megmunkálási technológia szempontjából lényeges hatást.

A lézereknek számos előnyük van, többek között a nagy megmunkálási sebesség, nagy precizitás, az energiasűrűség nagy tartományban választható és pontosan szabályozható, kis fajlagos hőterhelés a munkadarabra, jól automatizálható, nagy gyártási rugalmasság, a munkadarabra nem hat erő, jól kombinálható más technológiákkal.

A lézerek egyik legelterjedtebb csoportosítása a halmazállapot szerinti, vagyis lehetnek gáz-, folyadék- vagy szilárdlézerek.

A gázok számos előnyös tulajdonsággal rendelkeznek a lézerek működése szempontjából: elektromos kisülésekkel közvetlenül gerjeszthetőek, a gázközeg homogén, illetve könnyen homogenizálódik, s ezáltal stabilabb nyalábképet eredményez, áramoltatás

mellett jól stabilizálható működést biztosít, s alkalmazása esetén igen tágak a lehetőségek a rezonátor geometriájának megválasztásában. A gázlézerek közül a legelterjedtebbek a CO₂ és a He-Ne lézerek. A CO₂ infravörös fényt adó lézer, amely a széndioxid rezgési-forgási energiaszintjei közötti átmeneteken alapul. Ez a legolcsóbb azon lézerek közül, amelyekből nagy energiájú fénysugár nyerhető. A He-Ne lézer az egyik legolcsóbb és igen elterjedt típus, több hullámhosszon is bocsáthat ki lézerfényt. Mindkét gáz egy üveg lézercsőben van, melyben a nyomás kisebb, mint a normális légköri nyomás, ugyanis csak így lehet elektromos gázkisülést létesíteni.

A szilárd halmazállapotú anyagok sűrűsége sokkal nagyobb, mint a gázoké, ezért a szilárd aktív közegű lézerek aktív anyaga térfogategységre vonatkoztatva sokkal több anyagot tartalmaz, ezáltal energiadúsabb, illetve kisebb méretű lézerek építését teszi lehetővé.

A folyadék lézerek legtöbbszörében az aktív közeg egy fluoreszkáló szerves festékmolekula oldata. Ezen lézerek sugárzási hullámhossza néhányszor 10 nanométer széles hullámhossztartományban, hullámhossz szelektív visszacsatoló elemek segítségével hangolható.

4.1. Lézersugaras vágás

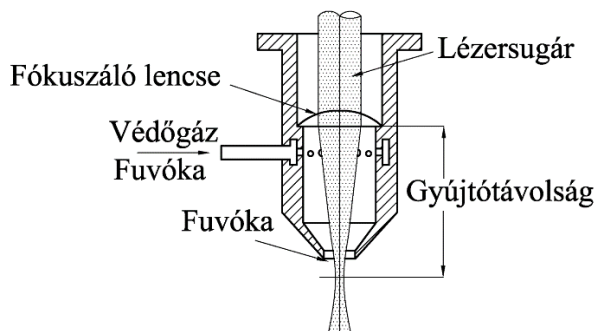
Az első ipari alkalmazású lézerek a nyolcvanas évek közepén jelentek meg, melyek főként vágási és lyukasztási feladatok elvégzésére alkalmas berendezések voltak. A kilencvenes években lassan gyarapodott a lézerek száma, majd az ezredforduló környékétől rohamosan emelkedni kezdett.

Ipari megmunkálások: vágás, fúrás, hegesztés, lemezahajlítás, feliratozás, hőkezelés, átolvasztás, sztereolitográfia, felületi mikroötvözés.

Egy üvegcsőben áramoltatott nagy tisztaságú, kisnyomású gázt középfrekvenciás, nagyfeszültségű impulzusokkal gerjesztik. A keletkezett lézersugarat tükrökön vagy üvegszálon át juttatják el a vágófejhez. Itt egy vagy több speciális anyagú lencse végzi a fókuszálást. Vastagabb anyagokhoz általában 190mm gyújtótávolságú, míg 6mm vastagság alatt 110mm-es fókusz-távolságú cinkszelenid anyagú lencsét használnak. A lencse a beérkező fényt a tárgy felületére fókuszálja, a fókuszpont átmérője 0,1 mm körül van. Így rendkívüli energia koncentrálódik nagyon kis területen: hatására létrejön a vágás.

A lézersugárral történő vágást legelterjedtebben fémes anyagok esetén alkalmazzák, minden esetben fókuszált lézersugárral, annak érdekében, hogy a lézersugár intenzitása kellően nagy legyen.

A 6. ábrán látható a vágófej, melynek jellegzetes eleme a fúvóka. Ennek furatán együtt lép ki a fókuszált lézersugár és a vágógáz.



6. ábra
A vágófej

A védőgáz kétféle lehet, ez adja a lézervágások csoportosításának alapját.

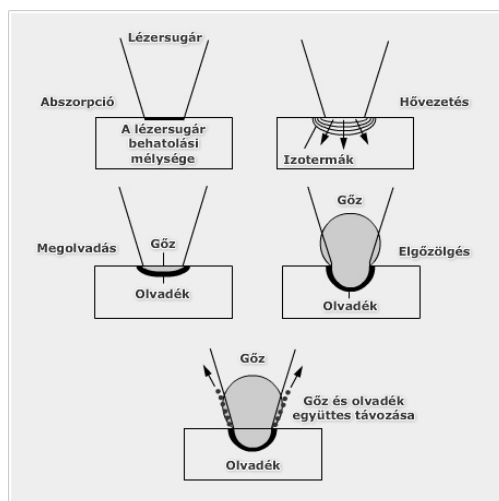
Az első az oxidációs vagy égető vágásnak, melynek során a vágandó anyagot olyan magas hőmérsékletre hevítik, hogy az meggyullad a felületre fúvatott nagy tisztaságú oxigénben. Ezzel a technológiával olyan anyagok vághatóak, amelyeknek gyulladáspontja alacsonyabb, mint az olvadáspontja. Ilyen anyagok például az ötvöztelen és a gyengén ötvözött acélok. A 2-3 bar nyomású oxigén segít az ömledék és salak kifúvásában is.

A másik pedig az olvasztó vagy inert gázos vágás, melynek során az anyagot lézersugárral olvadáspontjáig hevítik, majd a keletkezett olvadékokat semleges segédgáz (rendszerint nitrogén) segítségével nagy nyomáson (13-25 bar) kifúvatják a keletkezett vágórésből.

Létezik egy szublimációs vágás nevű eljárás is, melyet olyan anyagok vágására használnak, amelyeknek nincs olvadáspontja (például a fa, műanyag, kerámia vagy papír).

A vágásra jellemző, hogy a munkadarab mechanikus érintése nélkül történik, a vágórés keskeny, a fémeknél kb. 0,2 mm, a vágott felület minősége jó, utánmunkálást nem minden esetben igényel és jól automatizálható.

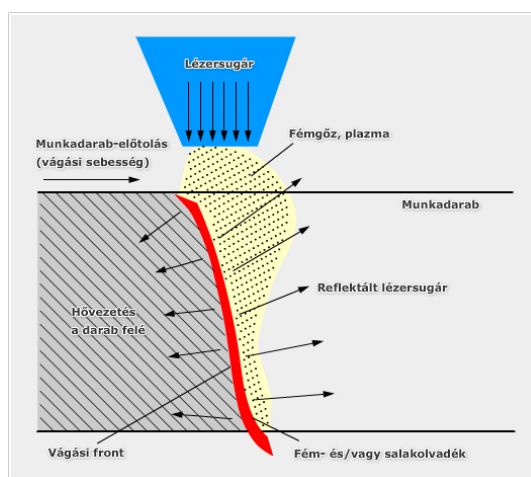
A vágás a lemez átlukasztásával kezdődik. A 7. ábrán láthatóak a kezdő lépések.



7. ábra

A vágás kezdete [5]

Amíg a lemez át nem lyukadt, a lézersugár által felhevített, olvadék- és gőzhalmazállapotba került anyag a lézersugárral szemben halad, arrafelé, ahol a vágófej van. A levegőben röpködő, apró, izzó olvadékcseppek szikraeső látványát nyújtják, mert a levegő oxigénjével reagálva el is égnék. Az átlukasztás utolsó lépését fölülről áramló munkagáz segíti, kifújja az olvadékot a lyukból. Ezután jöhet a tényleges vágás. (8. ábra)



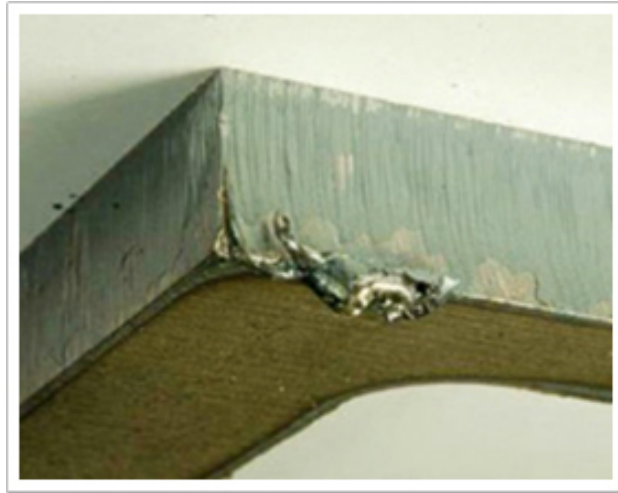
8. ábra

Lézersugárral történő vágás [5]

Az átlukasztást követően gondoskodni kell arról, hogy a vágófej a munkadarabhoz képest egyenes, szabályozott sebességgel haladjon, miközben a fúvóka- és a fókusztávolság előírt értéken tartásáról folyamatosan gondoskodni kell. A 8. ábrán látható,

hogy a vágási front nem függőleges, mivel a lézer vagy jelen esetben a munkadarab mozgásban van. Továbbá a felület sem szabályos, alakját elsősorban a fókuszon belüli intenzitás-eloszlás befolyásolja.

Mivel ez az olvadék szinte mindig jól nedvesíti a szilárd halmazállapotú fémet, nagy esélye van annak, hogy a vágási rés alján feltapad a lemez szélére, ott szilárdul meg. Ezt sorjának, illetve a lézertechnikában szakállképződésnek (9. ábra) nevezik.



9. ábra

Szakállképződés [5]

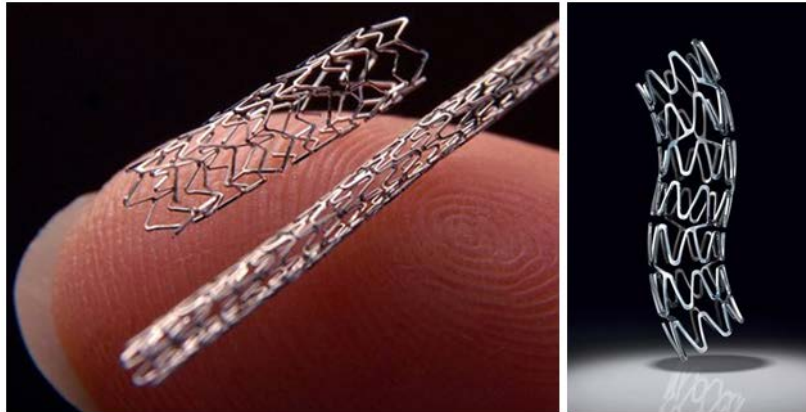
A sorja kialakulásának legvalószínűbb oka az úgynevezett „irányfüggő vágás”, amelynek általában az az oka, hogy a gázáram és a lézersugár tengelye nem esik egybe.

A paraméterek megválasztása közben figyelni kell a sugár teljesítményére és teljesítménysűrűségére, a fókuszáló lencse távolságára, a sugárnyalábon belüli intenzitás-eloszlásra, a vágandó lemez anyagára és vastagságára, a gázfúvóka átmérőjére, a fúvóka és a lemez közötti távolságra.

A vágási paraméterek közé tartozó vágási sebesség számos tényező függvénye. Általában elmondható, hogy az ipari síklézerek nagyon gyorsak: 1mm-es szerkezeti acéllemez vágása esetén a vágási sebesség 6000-12000 mm/perc között van. A megmunkálható lemezvastagságnál általában 6-12mm-es acéllemez, 8mm-es alumínium lemez és 10mm-es rozsdamentes lemez a felső korlát. Minden lézervágó gép az emberi szem számára láthatatlan infravörös tartományban dolgozik (pl.: CO₂: 1060 nm-es hullámhossz) Az ipari lézerek teljesítménye általában 1 és 20 kW között van.

A lézervágás különösen alkalmas kis darabszámú, alakos fém munkadarabok készítésére, de a lézereket egyre nagyobb számban használják fel nemfémes anyagok vágására is. Ennek oka a gazdaságosságon kívül az is, hogy lézervágással jó minőségű termékek készíthetők.

A lézeres vágás az egyik legszélesebb körben alkalmazott lézeres anyagmegmunkálási eljárás. A 10. ábrán az érszűkítők kezelése során használt sztentek láthatóak.



10. ábra

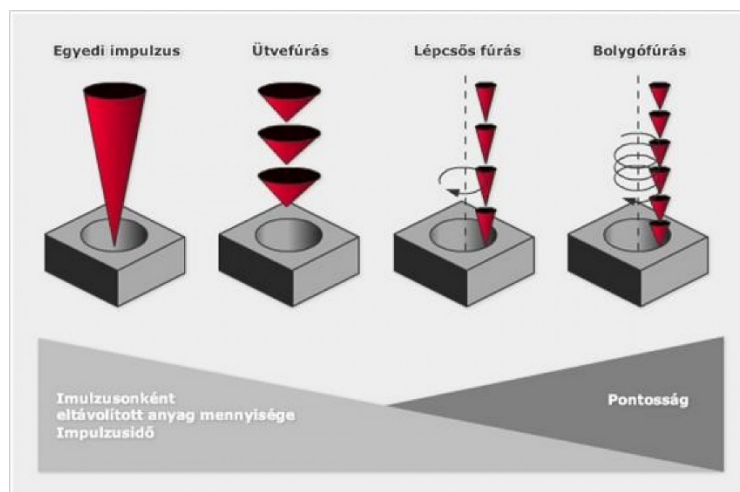
A sztentek [5]

4.2. Lézersugaras fúrás

A vágás mellett a lézersugár ipari alkalmazásai közé tartozik a fúrás is, mely akkor előnyös, amikor a megmunkálandó anyag vagy nagy keménységű, vagy kis átmérőjű, esetleg különleges alakú furat elkészítése a cél.

A fúrás során a rövid impulzusidejű, nagy energiasűrűségű lézersugár először olvadáspontjáig hevíti az anyagot. További besugárzás hatására a lézersugár elpárologtatja, majd a folyamat során keletkező gőz nyomása eltávolítja az olvadékot a furatból.

A megmunkálási időt tekintve a leggyorsabb eljárás, amikor egy impulzussal hozzák létre a furatot. Valamivel nagyobb pontosság érhető el akkor, amikor több kisebb impulzus alkalmazásával fúrnak, bár ez lassítja is a folyamatot. A pontosság tovább növelhető azzal, ha a megmunkálás nem egy lyukasztásból áll, hanem egy kört impulzusról impulzusra vágnak ki az alapanyagból. A legpontosabb és egyben legidőigényesebb eljárás során egy spirális pályán mikrométerről mikrométerre alakítják ki a furatot. (11. ábra)



11. ábra

Lézersugárral történő fúrás [6]

4.3. Egyéb alkalmazások

Az ipari alkalmazásokon kívül ma az élet sok területén találkozhatunk a lézerrel, mely az elmúlt 40 év során szinte észrevétlenül váltak a társadalmunk részeivé. Nevével leggyakrabban a CD-k, DVD-k, Blue Ray lemezek és a lézersugaras nyomtatók kapcsán találkozhatunk.

Előnye, hogy ún. optikai szálban is lehet vezetni, ahol nem érik romboló hatások, ezért a lézeres adatátvitelt pl. a telefonközpontok összekötésére, az internet-szolgáltatók adatátviteli bázisának kiépítésére vagy videó-rendszereket összefogó kommunikációs hálózatok központi egységének telepítésére is jól föl lehet használni.

Ezen túlmenően az autók karosszériáját több tíz méter hosszan lézerhegesztett varratok tartják össze erősebben és biztonságosabb módon úgy, hogy mindemellett még gazdaságosabban is kivitelezhetőek, mint hagyományos versenytársaik.

Nagy a jelentősége a lézersugarak felhasználásának a gyógyításban is, ma már szemműtéteket is végeznek vele, de hegesedéseket, bőrkínövéseket, vesekövet és rossz fogakat is tudnak gyógyítani a lézersugárral.

Nevével találkozhatunk még a fegyvergyártásban, a boltok árukódot leolvasó készülékeiben, valamint eldobható borotvák kapcsán is.

A filmgyártásban is előre tört a lézersugar, a minél élethűbb rögzítés kivitelezésére használják. A berendezés alapja három szilárdtest lézer, melyek a három színcsatorna piros, zöld és kék hullámhosszain működnek.

5. Felhasznált irodalom

- [1] Dr. Almási Gábor, Dr. Erdélyi Miklós, Dr. Fülöp József András, Dr. Hebling János, Dr. Horváth Zoltán, Dr. Kovács Attila Pál, Dr. Rácz Béla, Dr. Smausz Kolumbán Tomi – Lézerfizika, 2013
- [2] Geretovszky Zsolt - Bevezetés a lézeres anyagmegmunkálásba, 2011
- [3] http://gepnet.hu/hirek/Szakcikkek/lezeres_gepvezerles_alkalmazasa_foldmunkagepeken_ii_-296.html
- [4] <http://www.ngkszki.hu/~miki/rlhun.html>
- [5] Búza Gábor – Lézersugaras technológiák I., 2012
- [6] <http://www.techmonitor.hu/termek-megoldas/erintesmentes-preciz-furas-20180413>

Különleges megmunkálások

Vizsgatételek 2019/2020 I. félév

1. A különleges gyártási technológiák csoportosítása. A szikraforgácsolás lényege, a szikraközben lejátszódó folyamatok sajátosságai, szerszámanyagok, öblítési technikák, dielektrikumok, elektróda fogyás..
2. A szikraforgácsolás változatai, fontosabb paraméterei és tényezői. Pontosság, felületminőség, termelékenység.
3. A lézersugár előállítása, típusai, sajátosságai.
4. A lézersugaras megmunkálás lényege, a megmunkáló gépek felépítése, jellegzetes technológiák.
5. Plazma- és elektronsugaras vágási technológiák sajátosságai.
6. A kémiai megmunkálás sajátosságai. Az elektrokémiai megmunkálások lényege és jellegzetes eljárásai. Elektrokémiai süllyesztés és polírozás.
7. Az elektrokémiai köszörülés lényege és eljárásai. Az elektroeróziós és az elektrokémiai eljárások összehasonlítása.
8. Az ultrahangos megmunkálás lényege, elemei, jellegzetességei.
9. Az abrazív vízsugaras vágás lényege és elemei. Jellegzetes sugár kialakítások, a megmunkáló sugár jellegzetességei, abrazív anyagok.
10. A vízsugaras anyagleválasztás során lejátszódó jellegzetes mechanizmusok, a vágórés pontossága és felületminősége, a vágás hatékonysága, a technológiai paraméterek hatása.
11. A gyors prototípus készítés lényege, célja, jellegzetes eljárásai, alkalmazási területei.
12. Az élettartam növelő megmunkálások lényege és célja. Felületvasalás, hengerlés, ütveszilárdítás. Jellegzetes paraméterek és hatásuk a megmunkált réteg tulajdonságaira.
13. A nagysebességű forgácsolás lényege és jellegzetességei, alkalmazási területei.
14. Az ultraprecíziós forgácsolás jellegzetességei és szerszámai (szerszám anyagok).
15. A keménysztergálás sajátosságai. Minimálkenés célja és megvalósításának lehetőségei.

Miskolc, 2019. szeptember

Dr. Maros Zsolt
egyetemi docens