

PEVNOLÁTKOVÉ LASERY AKO NÁSROJ V STROJÁRSTVE

Róbert JENČO - Lýdia SOBOTOVÁ

SOLID-STATE LASERS AS A TOOL IN ENGINEERING

Abstrakt

Laserové zbrane, laserové skalpely, laserová chirurgia, laserové svetelné šou, laserové zváranie - lasery sú využívané v každodennom živote. Ale čo vlastne "laser" znamená? Čo robí laserové svetlo tak, zvláštne, že ho možno použiť pre obrábanie? Môžeme pomocou laserovej technológie znižovať odpady a vyrábať súčiastky ekologicky? A ako je laserové svetlo generované? Laser je vymyslené slovo. "Laser" je skratka pre "zosilňovanie svetla pomocou stimulovanej emisie žiarenia."

Kľúčové slová: pevnolátkové lasery, laserové čistenie, laserový lúč, bezpečnosť lasera, environmentálny vplyv

Abstract

Laser guns, laser scalpels, laser surgery, laser light shows, laser welding – lasers are a familiar concept in everyday life. But what does "laser" stand for? What makes laser light so special that it can be used for machining? Can we decrease the production waste and ecologically produce with laser technology? And how is laser light generated? Laser is an invented word. "Laser" is an acronym for "light amplification by stimulated emission of radiation." Laser beams are rays of light (electromagnetic radiation) with unique properties.

Key words: solid-state lasers, laser cleaning, laser beam, laser safety, environmental impact

Úvod

V súčasnom období nastal prudký rozvoj v laserových konštrukciách a médiách. Pevnolátkové lasery boli použité v priemyselnej výrobe už na začiatku 70-tych rokov. Prvé lasery dodávali krátke laserové pulzy s výkonom jeden kilowatt alebo viac, čo je vhodné pre použitie na bodové zváranie a vŕtanie. Pevnolátkové lasery môžu urobiť (takmer) čokoľvek: V súčasnej dobe existuje mnoho rôznych typov pevnolátkových laserov. Odlišujú sa podľa tvaru, materiálu zosilňovacieho média, konštrukcie rezonátora a typu laserového pumpovania. Ich rozmanitosť je to, čo ich robí tak univerzálnymi. Pevnolátkové lasery sú používané pre zváranie, spájkovanie, rezanie, vŕtanie, kalenie, značenie a čistenie. Výskumom v oblasti laserových lúčov a ich zdrojov umožnil používať diódové lasery, ktoré sa používajú v povrchových úpravách, pri značení a označovaní výrobkov.

Laserové čistenie

Čistenie laserovým lúčom ponúka vysoko selektívnu, spoľahlivú a presnú metódu odstraňovania vrstiev korózie, znečistenia, nechcených farieb a iných povrchových náterov. Inovatívne laserové systémy čistenia vyvinuté v priebehu posledných 10 rokov, kombinujú výkon a všestrannosť, s najnižšími prevádzkovými nákladmi všetkých priemyselných čistiacich metód. Ponúkajú metódu bezpečného čistenia a sú šetrné k životnému prostrediu, bez použitia vody alebo chemikálií a bez produkovania žiadnej odpadovej vody. Používa sa predovšetkým pre priemyselné čistenie a povrchové úpravy, rekonštrukcie a aplikácie, pre odmasťovanie, pre odstraňovanie náterov, nečistôt bez poškodenia podkladu. Kovové a reflexné povrchy sú ideálne, ale aj iné substráty je možné za určitých upravených podmienok čistiť. Systémy na laserové čistenie ponúkajú mimoriadne vysokú úroveň kontroly a presnosti.

Čistiace laserové systémy sa v súčasnosti používajú v automobilovom, leteckom, pekárskom, potravinárskom priemysle, v elektronike, reštaurátorstve a iných priemyselných odvetviach. Tepelné ovplyvnenie čisteného materiálu pri laserovom procese čistenia je minimálne a čistený povrchu odraža laserovú energiu. Avšak, všetky nečistoty na povrchu čistenej súčasti absorbujú laserovú energiu a rýchlo sa odparujú, so všetkými plynmi alebo časticami odstránenými pomocou vbudovaného filtra. Keď laserový lúč vyžaruje energiu na povrchu materiálu, energia prúdi iba v jednom smere v poli definovaného telesa. Hĺbka laserovej energie preniká do povrchu materiálu je obmedzená na dobu trvania laserového žiarenia. Zvýšenie času žiarenia umožní laserovej energii preniknúť hlbšie, aby sa zvýšila teplota materiálu substrátu.

Na účely laserového čistenia, sú vhodné vyššie povrchové teploty pre odstránenie nečistôt obrábania. Avšak, zvýšením teploty môže dôjsť k poškodeniu štruktúry telesa, súčiastky, čomu je potrebné zabrániť. Preto, vysoký výkon toku a krátke ožiarenie laserové pulzy by mohli byť optimálne pre účely čistenia pomocou lasera. Čistenie povrchu telesa materiálu sa zastaví, keď sa kontaminant odstráni. Preto je tu minimálne zahrievanie povrchu, aby sa zabránilo mikroskopickému zdrsneniu a popraskaniu povrchu kovov, ktoré môžu nastať pri použití tradičných metódach čistenia.

Poznáme spôsoby čistenia pomocou laserového lúča :

- ručné (obr. 1)
- strojné (obr. 2)



Obr. 1 Ručné čistenie laserovým lúčom



Obr. 2 Strojný spôsob čistenia formy laserovým lúčom

Laserové čistiace je jedným z najprogressívnejších a najviac rozvíjaných technológií povrchových úprav pre jeho rýchlosť, efektívnosť a minimálnu tvorbu odpadu.

Najpoužívanejšie aplikácie čistenia laserovým lúčom sú nasledujúce :

- čistenie foriem na pneumatiky, (obr. 3)
- príprava povrchu,
- odstránenie náterov a separačných prostriedkov,
- čistenia pred zvarovaním a spájkovaním,
- odstránenie olejov a mazív,
- odstránenie oxidov,
- odstránenie farieb a maľoviek,
- povrchové čistenie,
- čistenie pred lepením,
- čistenie náradia,
- čistenie plechov na pečenie v potravinárskom priemysle,
- historické reštaurovanie (obr. 4)



Obr. 3 Čistenie formy, plocha pred a po vyčistení



Obr. 4 Historické dielo v procese čistenia laserom

Technologické a environmentálne prínosy laserovej čistiacej techniky sú :

- rýchle nastavenie,
- jednoduchá obsluha,

- tichý chod,
- žiadne čistenie nástroja,
- nezanecháva žiadne zvyšky,
- vysoko spoľahlivá technológia,
- jednoduchá pre automatizáciu,
- nízke prevádzkové náklady,
- prakticky bez údržbových technológií,
- žiadne spotrebné médiá - bez abrazíva, chemikálie, rozpúšťadla
- zelený proces - bez znečistenia
- laserový lúč je presne nastaviteľný a je možné optimalizovať rýchlosť procesu a jemnosť opracovania.

Bezpečnostné a environmentálne aspekty na strojárskom pracovisku s laserom

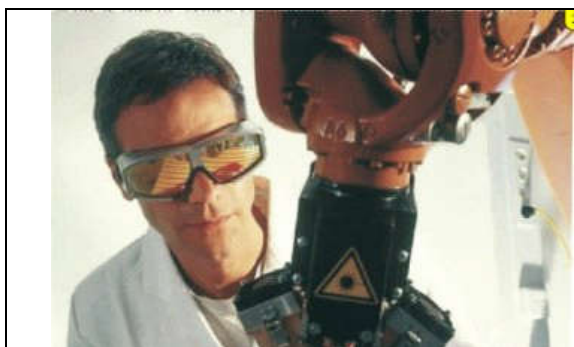
Bezpečnosť na laserovom pracovisku má vysokú mieru informovanosti personálu, preto je potrebné pred zapnutím lasera upovedomiť všetky osoby v pracovnom priestore o uvedení lasera do činnosti. Pre každé laserové zariadenie má byť určená zodpovedná osoba zodpovedajúca za jeho prevádzku.

Monitorovanie prezencie pracovníkov na pracovisku s laserovým žiarením je tiež jedným z účinných ochranných nástrojov. Ak nie je manipulácia zdrojom laserového žiarenia zabezpečená tak, aby sme mohli vylúčiť možné riziko zasiahnutia osôb laserovými lúčmi, používa sa najväčší použiteľný priemer lúča a len taká energia výstupného výkonu, ktorá je pre dané použitie zdroja laserového žiarenia nevyhnutná.

Nastavovanie optických systémov zdrojov laserového žiarenia s výnimkou zdrojov triedy 1 zabezpečujeme spôsobom, ktorý vylučuje zasiahnutie zraku a pokožky laserovým žiarením. K zaisteniu cielenej ochrany presne poznáme intenzitu laserového žiarenia v určitej vzdialenosti od zdroja, tzn. bezpečnú vzdialenosť od zdroja pre priamy pohľad do laserového lúča. Oba typy laserov, najviac používaných v strojárstve, generujú svetlo v infračervenej oblasti, čo znamená, že samotný laserový lúč nie je viditeľný. Pre lepšie nastavovanie obrobku sa často zapína aj laser s nízkym výkonom vo viditeľnej oblasti spektra.

Mikroskopy, ďalekohľady a iné optické systémy, ktoré sa používajú na pozorovanie priameho alebo odrazeného žiarenia lasera sa nastavujú tak, aby vystavenie oka žiareniu lasera neprekračovalo najvyššie prípustné hodnoty. Ak nie je možné vylúčiť zasiahnutie zraku a pokožky zamestnancov pracujúcich na pracovisku so zdrojmi laserového žiarenia priamym alebo zrkadlovým resp. difúzne odrazeným žiarením s hodnotami vyššími ako sú prípustné, ochranu očí a pokožky zabezpečujeme účinnými osobnými ochrannými prostriedkami. Na laserovom pracovisku je používanie ochranných okuliarov podmienkou a ďalší pracovníci musia byť chránení konštrukčným riešením, napr. krytmi stroja. Pri výbere okuliarov je potrebné postupovať podľa typu lasera, zvoleného ochranného stupňa a na ich základe zvoliť vhodné filtre a rám (Obr. 5-6).

Pri určovaní ochranného stupňa je potrebné rozlíšiť, či sa jedná o kontinuálny alebo pulzný mód lasera. Pred zásahom laserového žiarenia rúk a ramien sa osvedčili tkaninové a nepriepustné rukavice, pri vyšších triedach aj z ohňovzdorných materiálov.



Obr.5 Ochranné okuliare pri práci s laserovým žiarením



Obr. 6 Ochranný respirátor pri práci s laserovým žiarením

Z týchto dôvodov sú laserové prístroje značené dohodnutou značkou a kategorizované do štyroch základných bezpečnostných tried podľa Európskej normy EN 60 825. Klasifikácia laserov do tried je nepriamo založená na niektorých expozičných limitoch pre ľudské oko, ale tiež uvažuje o iných nebezpečných prípadoch, týkajúcich sa vzdialenosti zamestnancov od laserovej clony, doby expozície atď. Okrem optického žiarenia lasera je tu nebezpečenstvo expozície vznikajúcimi plynmi, ktoré sú tvorené pri formovaní plazmy, používajú sa pre ochrannú atmosféru a na preplachovanie dráhy laserového lúča (vodík, hélium dusík, argón a ich zmesi). Inými škodlivinami sú aj vodné pary, ktoré vznikli počas procesu

chladenia, kovové alebo nekovové znečisťujúce látky odparené z povrchu obrobku. Podľa druhu prevádzky a vykonávanej technológie musí byť pracovisko vybavené výkonnými odsávacími zariadeniami, napr. sekvenčnými, povrchovými a kombinovanými. Dbá sa tiež na osobnú ochranu dýchacích ciest.

Laserový proces tiež vyžaduje elektrickú energiu a generuje žiarenie. V napájacom zdroji elektrickej jednotky a tak tiež v pracovnej komore laserovej výkonnej jednotky je vysoké napätie. Laserové zariadenia musia mať kryty, pretože striedavé napätie v napájacom zdroji má hodnotu 380 V a jednosmerné vo výkonnej laserovej jednotke je približne 2000 V. Zabezpečovať pravidelnú kontrolu elektrickej inštalácie, aby sa predišlo zásahu elektrickým prúdom, je dôležité a prísne evidované. Spracovávané povrchy polovýrobov môžu pri dotyku popáliť zamestnanca a vyvolať požiar pri zásahu zápalných materiálov laserom.

Pri práci s materiálmi so sklonom k samovznieteniu musí byť oblasť, s ktorou laser prichádza do styku, obklopená tepelnou bariérou schopnou zamedziť šíreniu laserového lúča mimo pracovné miesto. Rovnako by nemali byť v priestore, v ktorom sa pracuje s laserovým žiarením, uložené látky uvoľňujúce vplyvom laserového žiarenia škodlivé plyny alebo podnecujúce vznik výbušných zmesí. Súčasťou ochranných opatrení sú požiadavky na označovanie a vybavenie zdrojov laserového žiarenia a pracovísk, na ktorých sa tieto zdroje používajú ako aj zabezpečenie bezpečnostných a zdravotných požiadaviek na pracovisku so zdrojom laserového žiarenia. Požiadavky na označovanie a vybavenie zdrojov laserového žiarenia a pracovísk, na ktorých sa tieto zdroje používajú

Vchody do priestorov, v ktorých sú umiestnené zdroje laserového žiarenia tried sa musia označiť príslušnými značkami spolu s doplnkovým textom. Zdroje laserového žiarenia musíme vybaviť svetelnou resp. akustickou signalizáciou chodu zariadenia a štítkami s textami v súlade s príslušnou technickou normou.

Zdroje laserového žiarenia sú vybavené pevným krytom a označujeme ich zákazom snímania krytu. Pri zámernom odstránení krytu s týmito zdrojmi zaobchádzame ako so zdrojmi laserového žiarenia triedy zodpovedajúcej parametrom ich výstupného žiarenia a laserového žiarenia danej triedy. Je nutné úplné alebo čiastočné zapuzdrenie laserových systémov, najlepšie s použitím absorbujúcich materiálov, aby sme zabránili odrazom.

Zdroje laserového žiarenia triedy 3B a 4 je potrebné zabezpečiť pred nežiaducou manipuláciou, napr. zámkom. Mali by sme ich vybaviť konektorom diaľkového ovládania s pripojením k hlavnému núdzovému blokovaniu, ktorý nám zabezpečí odpojenie od zdroja alebo k blokovaniu vstupu do miestnosti. Je potrebné, aby boli zabezpečené trvalým zabudovaním tzv. „zastavovačov“ alebo „zoslabovačov“ zväzku lúčov laserového žiarenia. Okrem predchádzajúcich požiadaviek zdroje laserového žiarenia triedy 4 musíme zabezpečiť príslušnou signalizáciou pri vstupných dverách na mieste, ktoré je viditeľné aj z miesta obsluhy zdroja. Ďalšou bezpečnostnou výbavou je zariadenie spoľahlivo zamedzujúce uvedenie zdroja do prevádzky nepovolanou osobou. Zdroj je umiestnený iba v priestore zabezpečenom proti vstupu nepovolaných osôb. Ak je zdroj laserového žiarenia umiestnený v stavebne oddelenom priestore, vstupné dvere sa upravujú tak, aby sa pri pootvorení dverí zvonka prerušil chod zdroja laserového žiarenia pomocou koncového spínača a po ich následnom zatvorení sa zdroj neuviedol opätovne do prevádzky.

Záver

Pri laserových technológiách sú zohľadnené nielen technické a technologické parametre, ekonomické parametre, ale taktiež ich vplyv na životné prostredie, bezpečnosť a ochranu pracovníkov. Pevnolátkové lasery sú úspešne používané nielen pri klasických technológiách ako zváranie, rezanie, vŕtanie, spájkovanie, kalenie, ale v poslednom období aj v povrchových úpravách na značenie, čistenie rôznych druhov povrchov, napr. výrobných foriem, skorodovaných plechov, odmasťovanie, avšak ponúkajú mnoho ďalších využití. Vzhľadom k prebiehajúcej problematike znižovania odpadov z výroby a degradácie životného prostredia, snažíme sa nájsť spôsoby, ako minimalizovať tieto negatívne faktory. Strojársky priemysel ako celok významne prispieva k zhoršovaniu životného prostredia. To je dôvod, prečo využívať aj nové progresívne technológie, ktoré vo veľkosériovej výrobe značne minimalizujú výrobný odpad a tým sčasti minimalizujú dopad na životné prostredie.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol za podpory projektu KEGA 048 TUKE-4/2015

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] BADIDA, M., SOBOTOVÁ, L. et al., 2013: Základy environmentalistiky/ Basic of Enviromentalistics. - Technická univerzita v Košiciach, Košice, p. 301, ISBN 978-80-8086-219-0
- [2] BADIDA, M., SOBOTOVÁ, L. et al., 2013: Hydroerosion and Environment, Lüdenscheid: Ram- Verlag - 2013. - 131 p., - ISBN 978-3-942303-20-0
- [3] BREZINOVÁ, J. et al., 2012: Predúpravy povrchov v teórii a praxi. / Surface finishing in theory and practice. - Technická univerzita v Košiciach, Košice, ISBN: 978-80-553-1246-0

- [4] Odmasťovacie stroje STIKA, s.r.o., 2013. - [on-line] Available on - URL: http://www.stikasro.sk/sk/odmastovacie_stroje.aspx
- [5] Dry ice cleaning, (2014) Cold Jet catalogue. - [on-line] Available on - URL: www.coldjet.com
- [6] Dry ice blasting without pellets, 2014. Cryoclean snow. Linde. - [on-line] Available on - URL: www.lindeplastics.com
- [7] Dry ice cleaning, 2014, Applications, Cryonimics, ARTIMPEX N.V. - [on-line] Available on - URL: www.cryonomic.com
- [8] JACKSON M.J. - ROBINSON G.M. - CHEN X., 2006: Laser Surface Preparation of Vitrified Grinding Wheels, - In: ASM International, JMEPEG

ADRESY AUTOROV:**Ing. Róbert JENČO,**

Katedra procesného a environmentálneho inžinierstva, Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Park Komenského 5, 041 87 Košice, Slovenská republika, e-mail: robert.jenco@tuke.sk

doc. Ing. Lýdia Sobotová, PhD.,

Katedra procesného a environmentálneho inžinierstva, Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Park Komenského 5, 041 87 Košice, Slovenská republika, e-mail: lydia.sobotova@tuke.sk

RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU

Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS

Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.