



METÓDY ODSTRAŇOVANIA NEČISTÔT Z POVRCHU MATERIÁLOV

METHODS OF IMPURITY REMOVAL FROM THE MATERIAL SURFACE

Jenčo Róbert, Sobotová Lýdia

ABSTRACT

With the ever-increasing demands for surface quality, ecological compatibility and also the economic efficiency at all stages of production processes in engineering are the problems for solving in the near future. Therefore, the choice of suitable cleaner technology and cleaning media is in the attention of producers, where the quality results are very important. The most suitable solution for cleaning, either in repairing or in washing operations, we can meet in innovative technologies and products, which enable to show better quality results in the shorter time.

Key words: chemical degreasing, ultrasonic cleaning, laser cleaning

ÚVOD

V rôznych odvetviach strojárskoho priemyslu musíme niektoré komponenty strojných zariadení chrániť, mazať a tak zabráňovať zadretiu alebo korózii materiálu. Rovnako dôležitú úlohu ako mazanie je tiež odmasťovanie a čistenie kovových povrchov súčiastok a montážnych celkov. Odmasťovanie kovových materiálov v strojárskom priemysle je dôležitou technológiou pri čistení materiálov spojov alebo pri konečnej úprave povrchov, alebo sa používa pri údržbe strojných súčastí, náradia a podobne. Odmasťovaním kovových povrchov sa odstraňuje nielen mazivo z povrchov, ale tiež sa čistia strojárské súčiastky od prachu, korózie, abrazívnych čistočiek a ďalších nečistôt. S neustále zhoršujúcim sa životným prostredím je potrebné použiť také odmasťovacie technológie materiálov a strojov, ktoré majú minimálne negatívne dopady na životné prostredie.

ČISTENIE POMOCOU VODNÉHO LÚČA

Vysokotlakový vodný lúč (WJ) je zariadenie využívajúce vodu ako médium na čistenie plôch či rezanie materiálov. Toto zariadenie je určené na špecifické práce v miestach, kde nie je možné nasadiť inú techniku z dôvodov vzniku vedľajších nežiaducich efektov ako vznik trhlín, tepelné ovplyvnenie, prašnosť, vznietenie plameňa. Vysokotlakový vodný lúč je ekologický, efektívny, rýchly, účinný a univerzálny pracovný nástroj pre aplikácie v stavebníctve, priemysle pri výrobe automobilov, lodí, rekonštrukcii stavieb, likvidácii betónových konštrukcií, zdravotníctve, medicíne, potravinárskom a chemickom priemysle, gumárskom priemysle. V strojárstve sa používa technológia vodného lúča na čistenie lakovacích a plničových kabín, čistenie starých a nežiaducich náterov, čistenie roštov, čistenie žľabov, lamiel, odstraňovanie okovín, rezanie aj najtvrdších a ťažko opracovateľných materiálov, delenie a obrábanie ťažko-obrobiteľných materiálov. [2, 15,16]



Čistiace stroje vysokotlakové sú špeciálne vhodné pre čistenie miest, ktoré je ťažké dosiahnuť, sú v nedostupných miestach ako veľmi vysoké alebo príliš malé priestory, a podobne. Najčastejšie použitie vodného lúča v čistiacich technológiách je nasledovné [3]:

1. pri ropných rafinériách, kde sa čistia rôzne druhov chladičov, reakčných nádrží a potrubia,
2. pri príprave povrchov na odstránenie starých náterov, hrdze, atď.,
3. na vytvorenie textúry na povrchu kameňov, ako je mramor alebo žula,
4. vo výkonných energetických závodoch, kde sa používajú generátory, parné turbíny, a iné zariadenia veľkých rozmerov,
5. pre automobilových výrobcov, využívajúcich technológiu WJ pri čistení rozmerných výrobných liniek,
6. pri stavebných verejných prácach: odstránenie farieb zo značiek na vozovkách, letiskách, atď.

Čistiaci stroj na princípe vysokotlakého vodného lúča je na obr. 1.



Obr. 1 Čistenie letiskových plôch - čistenie cisterien automobilových, železničných aj lodných - odstraňovanie náterov z lodí, lietadiel [3]

CHEMICKÉ ČISTENIE POVRCHOV

Chemický prostriedok používaný na odstraňovanie korózie sa vo všeobecnosti nazýva odhrdzovač. V súčasnosti je dostupných viacero druhov chemických prípravkov na odstraňovanie korózie. Jemné korózne vrstvy, ktoré neprešli hlboko do materiálu je možné týmito odhrdzovačmi odstrániť. Odhrdzovače môžu mať aj ochrannú funkciu, ktorá chráni povrch obrobku pred ďalším vznikom korózie. K samotnému odstraňovaniu korózie sú používané najčastejšie oplachové alebo bezoplachové odhrdzovače rôzneho chemického zloženia. Obsahy týchto kyselín v komerčne dostupných odhrdzovačoch sa rôznia, tým pádom sa rôzni aj ich účinnosť a vlastnosti povrchov ošetrených týmito odhrdzovačmi. Používanie odhrdzovačov vo veľkokapacitnej a priemyselnej výrobe je neefektívne, nakoľko doba expozície nutnej na odstránenie korózie napadnutej súčiastky je v niektorých prípadoch príliš dlhá a súčiastka musí byť v týchto roztokoch ponorená aj niekoľko desiatok hodín. Okrem toho unikajú do ovzdušia výpary, ktoré znehodnocujú životné prostredie a zároveň sa musia vynakladať veľké náklady na bezpečnosť a neutralizáciu už použitých chemikálií. [4]

Existujú rôzne spôsoby **chemického odmasťovania** jednotlivých súčiastok a montážnych celkov od klasických po progresívne. Používajú sa pre odmasťovanie rôznych druhov mazív a odstraňovanie nečistôt a starých náterov. Poznáme množstvo odmasťovacích kvapalín, ktoré sa používali v minulosti ako napr.: perchlór, technický benzín, trychlór a iné, ktoré v súčasnosti už nespĺňajú všetky technické, zdravotné a legislatívne podmienky, hlavne čo sa týka ochrany životného prostredia. [4,5]



Stroje a zariadenia používané pre odmasťovanie:

- ekologické umývacie stoly,
- umývacie automaty,
- sudové vane a regály.

Ekologické umývacie stoly IBS sú znázornené na obr. 2 a obr.3. Okrem základných typov umývacích stolov sa vyrábajú aj zariadenia podľa špecifických požiadaviek. Ďalšie zariadenia pracujú na princípe odmasťovania ponorom s podporením účinnosti pôsobením stlačeného vzduchu alebo rozmerné umývacie stoly so zvýšenou nosnosťou až do niekoľkých ton.



Obr. 2 Ekologický umývací stôl IBS [5], typ M s protiostrekovou stenou a záchytnou vaňou typu WM



Obr. 3 Ekologický umývací stôl IBS, typ F-100 s vekom a záchytnou vaňou W50, [5]



Obr. 4 Ekologická umývacia vaňa IBS, typ A [5]

Umývacie automaty - sa používajú pre prevádzky s veľkým množstvom obmývaných dielov a súčiastok. Ide o uzavreté čistiace systémy na univerzálne použitie pre plne automatické umývanie vodou rozpustnými čistiacimi prípravkami. Sudové vane, záchytné vane a regály - (Obr. 4) spĺňajú podmienky platných noriem a vyrábajú sa v rôznych základných typoch pre uloženie 2 až 10 ks dvestolitrových sudov. Uplatnenie ekologických umývacích stolov IBS je široké a zahŕňa čistenie dielov od olejov, vazelín a nečistôt v opravárstve, medzioperačnom umývaní po obrábaní a odmasťovaní v technológiách náročných na čistotu povrchu ako pred nanášaním práškových náterových hmôt a plastov. Pomocou umývacích stolov možno jednoduchým spôsobom a bez stavebných úprav zriadiť odmasťovacie pracovisko, ktoré plne zodpovedá aj najprísnejším predpisom, s trvale zabezpečeným prísunom odmasťovacieho média a zároveň s bezplatným odvozom znečistenej náplne na zneškodnenie.

ČISTENIE POMOCOU SUCHÉHO ĽADU

Čistenie tryskaním so suchým ľadom využíva jedinečnú kombináciu sily na odstránenie povrchových nečistôt bez toho, aby spôsobili škody alebo vytvárali škodlivý sekundárny odpad. Podobne ako pri tryskaní pieskom alebo tryskaním sódou, čistenie suchým ľadom predupravuje a čistí povrchy materiálov pomocou média urýchľovaného prúdom stlačeného vzduchu. Na obr. 5 je znázornená schéma zapojenia zariadení na čistenie suchým ľadom. [6,7]



Obr. 5 Schéma zapojenia [6]

Čistenie suchým ľadom ponúka komplexné čistiace výhody oproti tradičným metódam, a môže ušetriť až 80% nákladov oproti bežným nákladom na čistenie. Technické výhody oproti klasickým tryskacím technológiám sú nasledovné [6,7,8]:

- Metóda čistenia suchým ľadom je výrazne rýchlejšia a účinnejšia v porovnaní s akýmkoľvek iným systémom čistenia.
- Patrí medzi neabrazívne čistenie kde nedochádza ku opotrebeniu čistených povrchov.
- Umožňuje zvýšenie životnosti foriem, strojov a výrobných zariadení.
- Záruka na kvalitnú povrchovú úpravu výrobku,
- Ekologický a ekonomický suchý ľad nezanecháva žiadne stopy a netvorí iný odpad, ktorý musí byť spracovaný.
- Dochádza ku výraznému zvýšeniu produktivity v dôsledku zníženej prestojov vyplývajúcich z čistenia bez demontáže a opätovnej montáže.

V tab. 1 je uvedené porovnanie tryskacích technológií v súlade s požiadavkami ochrany životného prostredia.

Tab. 1 Rozdelenie tryskacích technológií podľa environmentálnych požiadaviek [7]

ČISTIACE METÓDY	ŽIADNY DRUHOTNÝ ODPAD	NEVODIVÁ	NETOXICKÁ	NEABRAZÍVNA
Tryskanie suchým ľadom	•	•	•	•
Tryskanie pieskom		•	•	
Tryskanie sódou *		•	•	
Tryskanie vodou*			•	•
Ručné nástroje	•		•	
Rozpúšťadlá/Chemikálie				•

* Pri kontakte s tradičným tryskacím materiálom môže dôjsť ku kontaminácii otryskávaného povrchu a okolia, ak slúži na odstraňovanie nebezpečných látok alebo predmetov. Tieto tryskacie materiály sú klasifikované ako toxický odpad a vyžadujú zodpovedajúcu bezpečnú likvidáciu.

ULTRAZVUKOVÉ ČISTENIE

Ultrazvukové čistenie v súčasnosti patrí ku progresívnym technológiám odstraňovania voľne prilnutých nečistôt na predmetoch. Pri čistení v ultrazvukovej čistiarni sa čistený predmet vkladá do vane s čistiacim roztokom. Mechanický čistiaci účinok ultrazvukovej energie vzniká synergickým pôsobením viacerých fyzikálnych efektov v celom objeme kvapaliny



(kavitácia, mikroprúdy, makroprúdy, atď.). Z toho vyplýva, že čistenie nastáva v celom objeme a všade tam, kde je sonifikovaná kvapalina. V ultrazvukových vaniach sa dokonale vyčistia aj dutiny a všetky neprístupné miesta, kde sa klasickými mechanickými spôsobmi čistenia určite nedostaneme. Spojenie čistiacich účinkov ultrazvukovej kavitácie a vhodného čistiaceho roztoku zaručuje vo väčšine prípadov veľmi dobrý a reprodukovateľný výsledok. Ekológia ultrazvukového čistenia spočíva v použití netoxických a biologicky odbúrateľných prostriedkov a ich vodných roztokov. [9]

Výhody ultrazvukového čistenia sú nasledovné:

- Ultrazvukovým čistením môžeme čistiť aj neprístupné miesta a preto je využívané v odvetviach, kde je vysoký štandard čistenia podmienkou úspešnej práce.
- Ultrazvukové čistenie nachádza široké uplatnenie v celom spektre odvetví, napr. v elektronike, jemnej mechanike, klenotníctve, hodinárstve, lekárstve, presnom strojárstve, automobilizme, potravinárstve, vo vojenskom priemysle a pod.

Pre kvalitné ultrazvukové čistenie sa odporúčajú rôzne ekologické čistiacie prostriedky vhodné pre konkrétnu aplikáciu u spotrebiteľa, ktoré urýchľujú čistenie a skracujú výrobný alebo prevádzkový čas. Ultrazvuková čistiareň je výrobok, ktorý pozostáva z dvoch základných častí, z UZ generátora a UZ vane. UZ vaňa je vyrobená z antikorózneho materiálu a vonkajšie opláštenie čistiarene je chránené vrstvou smaltu alebo je z nerezového plechu. Výrobok má často zabudovaný vyhrievací systém umiestnený spolu so snímačom teploty na stenách vane. Riadenie procesu ultrazvukového čistenia je dané plynule nastaviteľným časovým spínačom v rozsahu 0 až 15 minút a termostatom na reguláciu ohrevu čistiackej kvapaliny, obr. 6. Súčasťou vybavenia vane je praktický košík z nerezového materiálu a pokrývka vane. Pre zvýšenie účinnosti UZ čistenia sú zariadenia štandardne vybavené aj kyvadlovým mechanizmus. [9]



Obr. 6 Príklady prístrojov na ultrazvukové čistenie súčiastok [9]

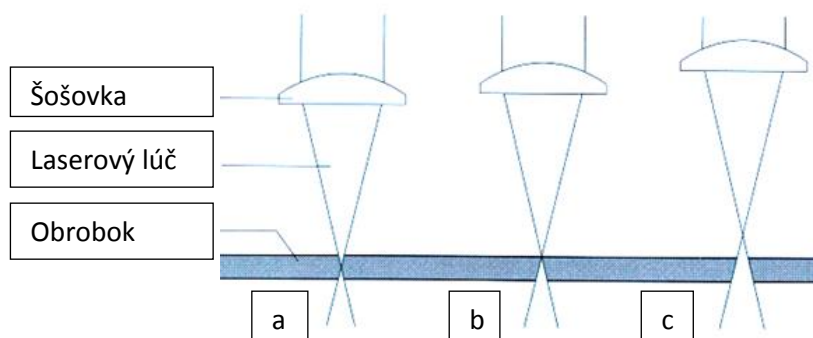
ČISTENIE POMOCOU LASEROVÉHO LÚČA

Čistiace laserové systémy sa v súčasnosti používajú aj 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 povrch odráža časť laserovú energiu. Avšak, všetky nečistoty na povrchu čistenej súčasti absorbujú laserovú energiu a tým sa rýchlo odparujú, so všetkými plynmi alebo časticami, ktoré sa zároveň odstraňujú odsávaním pomocou vbudovaného filtra v laserovom stroji. Keď laserový lúč vyžaruje energiu na povrch materiálu, energia prúdi iba v jednom smere v poli definovaného telesa. Laserová energia preniká do povrchu materiálu, do hĺbky a 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 z povrchov. Avšak, zvýšením teploty môže dôjsť k poškodeniu štruktúry povrchu telesa resp. súčiastky, čomu je potrebné zabrániť. Preto, vysoký výkon toku a krátke ožiarenie laserových pulzov by mohli byť optimálne pre účely čistenia pomocou lasera. Čistenie povrchu telesa sa zastaví, keď sa kontaminant odstráni. Preto je tu možné zabezpečiť minimálne zahrievanie povrchu čistených súčiastok, aby sa zabránilo mikroskopickému zdrsneniu a popraskaniu povrchu kovov, ktoré môže nastať pri použití tradičných metód čistenia.

Technologické kroky laserového čistenia možno zhrnúť do nasledujúcich bodov [10,11,12,13,18]:

- Výkonné, veľmi krátke, rýchle a pohyblivé laserové pulzy vyrábajú mikro-plazmové nárazy, otrasy a tepelný tlak vedúci k sublimácii a odstráneniu cieľového materiálu.
- Sústredený laserový lúč presne odstraňuje cieľovú vrstvu alebo nečistoty.
- Optimalizácia procesu laserového lúča vytvára maximálnu reakciu s cieľovým materiálom za určitej rýchlosti, v rovnakom čase, čo robí technológiu bezpečnou a bez poškodenia základného materiálu.
- Kovové povrchy sú vhodné pre mnoho aplikácií laserového čistenia. Optimalizované nastavenie laserového lúča preto nebude mať metalurgické zmeny na základnom materiáli alebo poškodenie laserom ošetrovaného povrchu. To závisí na polohe a vzdialenosti ohniska laserového lúča vo vzťahu ku čistenému povrchu, čo je zobrazené na obr. 7.



Obr. 7 Poloha laserového lúča: a) v obrobku, b) na povrchu obrobku, c) nad povrchom obrobku [18]

Pri laserovom čistení sa odstraňuje len povlak. Výkon laserového lúča je presne a ľahko nastaviteľný a prispôsobiteľný na dosiahnutie presných výsledkov čistenia.

Technologické a environmentálne prínosy laserovej čistiacej techniky sú nasledovné [14]:

- rýchle nastavenie technologických parametrov,
- jednoduchá obsluha zariadenia,
- tichý chod zariadenia,
- odpadá časté čistenie nástroja,
- nezanecháva zvyšky nečistôt, napr. mastnotu
- vysoko spoľahlivá technológia,
- jednoduchá a vhodná technológia pre automatizáciu výroby,
- nízke prevádzkové náklady,
- prakticky bezúdržbová technológia,



- nie sú potrebné žiadne spotrebné médiá ako: abrazíva, chemikálie, rozpúšťadlá,
- patrí z environmentálneho hľadiska medzi „zelené procesy“ - bez znečistenia okolia,
- nastavenie laserového lúča je presné, možno optimalizovať rýchlosť procesu a jemnosť opracovania.

Laserové čistiace aplikácie sa používajú v tvárniacich, zváracích, mazacích a povrchových technológiách, napríklad na [14]:

- čistenie foriem,
- príprava povrchu pred ďalšími technologickými operáciami,
- odstránenie náterov a separačných prostriedkov,
- čistenia pred zváraním a spájkovaním,
- odstránenie olejov a mazív,
- odstránenie oxidov, korózie,
- odstránenie farieb a maľoviek,
- povrchové čistenie,
- čistenie pred lepením,
- čistenie náradia,
- čistenie plechov na pečenie v potravinárskom priemysle,
- historické reštaurovanie umeleckých predmetov.

Príklad laserového čistenia je na obr.8.



Obr. 8 Čistiace laserové zariadenia [14]

ZÁVER

Laserové čistiace technológie patria medzi progresívne technológie využívajúce a skúšajúce nové možnosti použitia laserového lúča vo výrobe, v údržbe a čistení v strojárskych, potravinárskych prevádzkach a pri umeleckých predmetoch, ako napríklad na čistenie prehistorických artefaktov, sôch a pamätníkov, pri zachovaní patiny, jemných detailov povrchu a dôležité ďalšie povrchové úpravy. Vzhľadom k prebiehajúcemu problému degradácie materiálov v životnom prostredí, snažíme sa nájsť nové spôsoby, ako minimalizovať tieto negatívne faktory. Strojársky priemysel ako celok významne prispieva k zhoršovaniu životného prostredia. To je dôvod, prečo sa snažíme hľadať spôsoby, ako minimalizovať dopad nežiaducich škodlivín na životné prostredie.

Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia grantového projektu KEGA 032TUKE-4/2012.

Použitá literatúra

[1] BADIDA, M., SOBOTOVÁ, L. et al. (2013). Základy environmentalistiky/ Basic of Enviromentalistics, TU Košice, p.301, ISBN 978-80-8086-219-0



- [2] BADIDA, M., SOBOTOVÁ, L. et al. (2013). Hydroerosion and Environment, Lüdenscheld: Ram- Verlag - 2013. - 131 p.. - ISBN 978-3-942303-20-0
- [3] Čistenie pomocou vodného lúča (2014). Dostupné na internete: <http://www.aquaclean.sk/>
- [4] BREZINOVÁ, J. et al. (2012). Predúpravy povrchov v teórii a praxi. / Surface finishing in theory and practice. TU Košice, ISBN: 978-80-553-1246-0
- [5] Odmasťovacie stroje STIKA, s.r.o. (2013) Dostupné na internete: http://www.stikasro.sk/sk/odmastovacie_stroje.aspx
- [6] Dry ice cleaning, (2014) Cold Jet catalogue, Dostupné na internete: www.coldjet.com
- [7] Dry ice blasting without pellets, (2014) Cryoclean snow. Linde, Dostupné na internete: www.lindeplastics.com
- [8] Dry ice cleaning (2014), Applications, Cryonimics, ARTIMPEX N.V., Dostupné na internete: www.cryonomic.com
- [9] Ultrazvukové čističky (2014), dostupné na internete: <http://www.verkon.cz/cisticky-ultrazvukove-kln/>
- [10] JACKSON M.J., ROBINSON G.M., CHEN X. (2006) Laser Surface Preparation of Vitrified Grinding Wheels, In: ASM International, JMEPEG
- [11] Environmentally Friendly Cleaning with Light Reduces Costs (2005) PRWEB, Dostupné na internete: <http://www.prweb.com/releases/2005/06/prweb251764.htm>
- [12] Cleaning with laser light. (2014) Clean-Lasersysteme GmbH, Dostupné na internete: <http://www.cleanlaser.de>
- [13] Laserové stroje/ Laser machines. (2014), TRUMPF Slovakia s.r.o., Dostupné na internete: <http://www.sk.trumpf.com/sk.html>
- [14] Laser cleaning. (2014) National Museums Liverpool, Dostupné na internete: http://www.liverpoolmuseums.org.uk/conservation/departments/sculpture/laser_cleaning.aspx
- [15] Laser cleaning. (2014) Dostupné na internete: <http://adapt-laser.com/ourtechnology.php?id=1>
- [16] BIČEJOVÁ, L., NOVÁKOVÁ M., LITECKÁ J.: Modifications of the water jet splitting - 2013. In: Acta Technica Corviniensis : bulletin of engineering. Vol. 6, no. 2 (2013), p. 87-90. - ISSN 2067-3809
- [17] GOMBÁR, M., BIČEJOVÁ, L., KMEC, J., VAGASKÁ, A.: Experimental analysis of the effect of cutting conditions on microgeometry of the machined surface - 2013. In: Academic Journal of Manufacturing Engineering. Vol. 11, no. 1 (2013), p. 38-43. - ISSN 1583-7904
- [18] Čistenie laserovým lúčom. Trumpf Slovakia, a.s. (2014). Dostupné na internete: www.trumpf.com

Kontaktná adresa:

doc. Ing. Lýdia Sobotová, PhD., KE, Sjf, TU v Košiciach, Park Komenského 5, 042 00 Košice, Slovenská republika
email: lydia.sobotova@tuke.sk, tel. 055 602 2793

Ing. Róbert Jenčo, KE, Sjf, TU v Košiciach, Park Komenského 5, 042 00 Košice, Slovenská republika
email: robert.jenco@tuke.sk, tel. 055 602 2926