

NEKONVENČNÉ EKOLOGICKÉ TRYSKACIE PROSTRIEDKY V PREDÚPRAVE POVRCHOV

JANETTE BREZINOVÁ - ANNA GUZANOVÁ

UNCONVENTIONAL ECOLOGICAL BLASTING MEDIA IN SURFACE PRETREATMENT

ABSTRAKT

Príspevok pojednáva o možnosti použitia ekologických tryskacích prostriedkov pri predúprave kovových substrátov tryskaním pred nanášaním organických povlakov. Obsahuje výsledky experimentov zameraných na určenie zdršňujúcich účinkov nekovového tryskacieho prostriedku – almandínu. Zároveň sú uvedené aj výsledky hodnotenia jeho životnosti.

KLúčové slová: tryskacie prostriedky, almandín, životnosť, zdršňujúci účinok

ABSTRACT

The contribution deals with possibility of non-conventional ecological blasting media utilization in metal substrates pretreatment by blasting before organic coatings deposition. There are presented results of experimental works aimed to determination of non-metallic mineral blasting medium - garnet roughening effect. Simultaneously there are presented results of its durability evaluation.

Key words: abrasive blasting, garnet, durability, roughening effect

ÚVOD

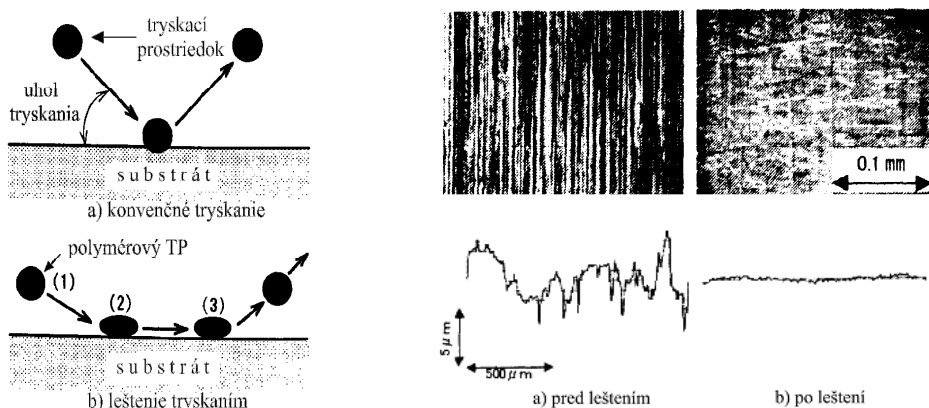
Jedným zo základných činiteľov ovplyvňujúcich životnosť povrchových úprav výrobkov sú *technológie predúprav povrchu*. V strojárstve sú zdokonaľované klasické a zavádzané nové progresívne technológie predúprav povrchu a to z titulu permanentne stúpajúcich požiadaviek na parametre povrchu, na optimálne vlastnosti funkčných dvojíc a na ekonomiku a ekológiu výroby. Cieľom predúpravy povrchu je odstrániť z povrchu kovu všetky druhy nečistôt, zvýšiť aktivitu povrchu a získať mikrogeometriu povrchu vhodnú pre následnú aplikáciu povlakov. Význam dokonalej predúpravy povrchu kovových súčiastok a konštrukcií je v plnej miere uznávaný. Dôkladná príprava povrchu pred povrchovou úpravou je prvým a základným predpokladom pre rovnomerný priebeh reakcií medzi povrchom a povlakom. Technologický postup predúpravy povrchu sa volí podľa povahy a prevládajúceho znečistenia kovového povrchu, podľa tvaru a veľkosti upravovaných výrobkov a podľa požadovanej povrchovej úpravy. Z hľadiska univerzálnosti a kvality predupraveného povrchu do popredia vystupuje *technológia tryskania*, ktorou je možné pripraviť povrch požadovanej akosti. V praxi sa technológia tryskania využíva v širokom rozsahu [1, 2]. Typickými aplikáciami tryskania sú odokovinenie, odhrdzavenie, zdrsnenie povrchu, hladenie povrchu, tvorba vhodnej morfológie povrchu zdrsnených valcov pre matovanie plechov, predúprava povrchu pod povlaky anorganické a organické [3], dekoratívna úprava povrchu, odstraňovanie starých

náterov, spevňovanie povrchu, zvýšenie únavovej a koróznou-únavovej pevnosti, úprava zvarov a ich okolia, a pod.

K vytvoreniu finálneho otryskaného povrchu dochádza pretvorením povrchu. Tieto zmeny vyvolané predovšetkým mechanickými účinkami môžu zasiahnuť makro- mikro-, alebo submikroskopické objemy povrchových vrstiev otryskaného substrátu. Charakter otryskaného povrchu je daný tvarom použitých tryskacích prostriedkov (ďalej len TP). Pri použití *guľatých tryskacích prostriedkov - granulátu* sa dosahuje pomerne rovnomerné pretvorenie povrchu, ktorý je tvorený pretínajúcimi sa guľovými plochami. Avšak vzhľadom na dosiahnutie požadovaného stupňa čistoty a drsnosti povrchu materiálu pred následným povlakovaním je vhodnejšie použiť *ostrohranné tryskacie prostriedky*. Spôsobujú záseky do základného materiálu, ktoré sú rôzne orientované a navzájom sa pretínajú [4].

Jednou z nových nekonvenčných metód tryskania je *ľahké tryskanie*. Je založené na použití nekonvenčných TP s malou mernou hmotnosťou, ktoré umožňujú použitie aj nízkych tryskacích tlakov. Touto metódou je možné zabezpečiť čistý povrch ekologickým spôsobom bez výrazného ovplyvnenia materiálu. Technológia ľahkého tryskania novými tryskacími prostriedkami má celý rad výhod. Odstraňuje nečistoty bez použitia chemikálií, je vysoko citlivá pre tvorbu presných povrchov, nepoškodzuje povrch kovov, skla ani plastov, umožňuje ľahkú likvidáciu odpadov. V súčasnosti sa pri aplikácii tejto metódy najčastejšie používajú ako nekonvenčné TP *plastové abrazíva* určené pre opakované použitie, *jedlá sóda* (hydrogenuhličitan sodný - NaHCO_3), *suchý ľad* (tuhá forma oxidu uhličitého - CO_2) a balotina sklenené guľôčky (angl. glass micro beads).

Balotina sa používa predovšetkým na leštenie nerezových výrobkov a výrobkov z farebných kovov, úprave skla, na leštenie defektov galvanického zinkovania, shot peening (spevňovanie povrchu), ale aj na zjednocovanie materiálu (tzv. vytváranie homogenity povrchu) a to s minimálnym sekundárnym znečistením. Povrchová úprava tryskaním balotinou je väčšinou konečná. Získaný povrch materiálu je jemný až lapovaný. Netradičné využitie má aj *vysokopecná troska*, ktorá vzniká ako vedľajší produkt pri výrobe železa alebo pri výrobe medi. Z ekonomického hľadiska je nenáročná, ale vyznačujú sa vysokou trieštivosťou a teda nízkou životnosťou.



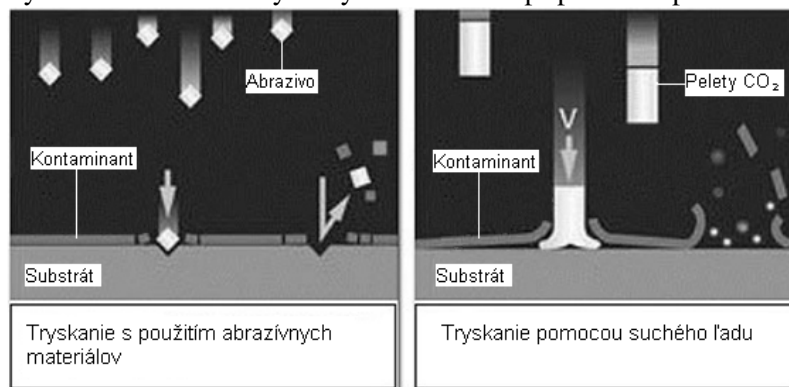
Obr.1 Schéma princípu leštenia tryskaním

Úprava povrchov metódou ľahkého tryskania pri použití *plastového média* je relatívne nová metóda odstraňovania náterov a povlakov z kovových, hliníkových, plastových a sklolaminátových dielov. Medzi jej výhody patrí netoxickosť, médium nepoškodzuje tryskacie zariadenie, čistí efektívne aj pri nižšom tlaku a je recyklovateľné. Čistenie plastovým médiom je suchý proces, vyčistené plochy sú pripravené pre nový náter. Tieto tryskacie médiá zaručujú vysokú stieracu rýchlosť bez poškodenia

resp. bez deformácie otryskávanej plochy a nachádzajú uplatnenie v automobilovom a leteckom priemysle. Vysokopolymérne TP našli uplatnenie najmä v procese „blast-polishing“ (leštenie tryskaním), obr. 1. V procese leštenia tryskaním TP dopadá na povrch pod relatívne malým uhlom (10° - 30°) pri použití nízkych tlakov. Akonáhle sa tryskacie médium dostane do kontaktu s povrchom, elasticky sa deformuje a táto kolíziou absorbovaná energia sa využije počas klzania média po povrchu substrátu, pričom leštiaci účinok prevláda nad kovacím.

Tryskanie *jedlou sódou* umožňuje ľahkú likvidáciu odpadov po tryskaní, pretože je tento TP dobre rozpustný vo vode, a je teda ekologický. Výhodou tohto TP je jeho rozpustnosť vo vode a jeho neutralita na okolitú prírodu. Používa sa pri čistení farebných kovov, nerezovej ocele, skla, dreva, tehál, plastov, hydraulických valcov, plášťov budov, sôch, pamiatok a pod. Vzhľadom k nízkemu tryskaciemu tlaku nedochádza k poškodzovaniu a k vnášaniu napätia do základného materiálu. Nátery je možné odstraňovať presne po jednotlivých vrstvách z pevných aj pružných podkladov. Výhodou tryskania pomocou sódy je aj to, že znižuje povrchové napätia a tak znižuje pravdepodobnosť vzniku korózných spodín na povrchu kovu. Sóda môže pôsobiť ako inhibítor, ktorý zanechá na čistenom povrchu ochrannú vrstvu. Táto umožňuje dočasnú ochranu povrchu pred aplikáciou náteru bez degradácie povrchu.

Revolučnou metódou priemyselného čistenia je tryskanie *suchým ľadom*. K čistiacemu účinku dochádza tak, že častice suchého ľadu (-78°C) ochladzujú povrch čisteneho predmetu a v dôsledku rozdielneho koeficientu rozťažnosti základného materiálu a povlaku, korózných spodín i ďalších nečistôt vzniká na rozhraní mechanické napätie. Sublimáciou a rázovým rastom objemu sa uvoľní skrehnutá a napätá vrstva nečistôt a prúdom vzduchu je odstránená. Tryskanie suchým ľadom je trojfázový proces. V prvej *kinetickej fáze* sú granule suchého ľadu unášané prúdom stlačeného vzduchu, dopadajú na povrch materiálu, nalomia a uvoľnia kontaminant z čistej plochy. V druhej *termálnej fáze* z dôvodu nízkej teploty granúl suchého ľadu (-79°C) dochádza k ochladeniu kontaminantu tak, že sa stáva krehkým a ľahko oddeliteľným od čisteneho povrchu. Tretia fáza je charakterizovaná *sublimáciou*, granule suchého ľadu prenikajú kontaminantom a okamžite sublimujú, čo spôsobuje až 700 násobné zväčšenie ich objemu a explozívny efekt, ktorý oddelí kontaminant od čisteneho povrchu, obr.2. Táto technológia neprodukuje žiadny sekundárny odpad, šetrí náklady spojené s dodatočným odstraňovaním iných tryskacích médií prípadne rozpúšťadiel.

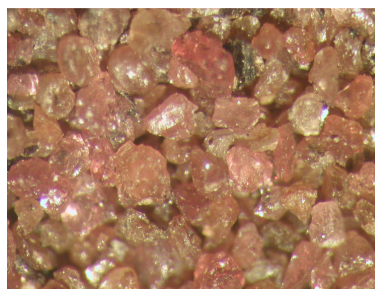


Obr. 2 Porovnanie účinku abrazívneho a neabrazívneho TP

Z prírodných zdrojov sa pre úpravu povrchov využívajú orechové škrupiny či kukuričné klásky, ktoré sa používajú predovšetkým na otryskávanie dreva (obr.3), ale dajú sa použiť aj pre úpravu tenkých plechov a plastov. Tryskanie je bezprašné a zanecháva suchý a čistý povrch.



Obr. 3 Úprava povrchu dreva



Obr.4 Vzhľad almandínu

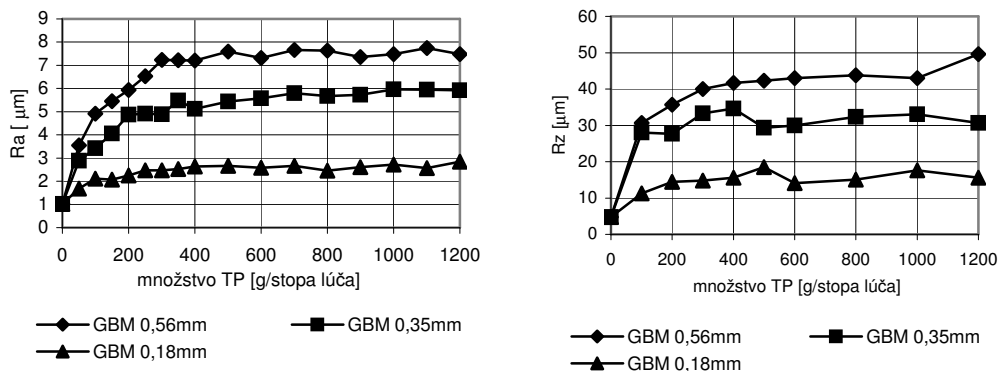
Z minerálnych TP je možné využiť aj *almandín* – prírodný granát $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$, obr.4. (ďalej len GBM). Jedná sa o horninotvorný materiál s vysokou mineralogickou čistotou, ktorý poskytuje tvrdé a ostré zrná. Jedná sa o druhotnú surovinu - úlomky z ťažobného procesu a jeho likvidácia po opotrebení nazaťažuje ekologický systém. Jeho príprava pozostáva z drvenia a triedenia zrnitostných frakcií. Experimentálne práce boli zamerané na stanovenie zdršňujúceho účinku tohto netradičného TP a stanovenie životnosti a mechanizmu opotrebenia zrn tohto materiálu.

METODIKA EXPERIMENTOV

Pre stanovenie zdršňujúceho účinku GBM boli z priemyselne vyrábaných frakcií vytriedené užšie zrnitostné frakcie. Pre experimentálne práce bol použitý minodisperzných TP o zrnitosti 0,18; 0,35 a 0,56 mm. V procese mechanického tryskania bol otryskaný oceľový plech S235JRG1 hrúbky 3 mm. Pre stanovenie nutných množstiev TP bol povrch materiálu postupne otryskaný a následne boli zhotovené krivky zdršňovania. Mikrogeometria otryskaných povrchov bola hodnotená na základe normy STN EN ISO 4287 na dotykovom profilometri SurfTest SJ – 301, výrobca Mitutoyo, Japonsko. Životnosť GBM bola stanovená metódou úplného opotrebenia. Ide o časovo náročnú metódu, pretože TP je exponovaný až do jeho úplného znehodnotenia. Za znehodnotený sa považuje TP s určitým minimálnym rozmerom (v tomto prípade 0,09 mm), ktorý sa priebežne separuje. Životnosť TP podľa tejto metódy je daná počtom obehov po úplné znehodnotenie celej vsádzky TP [5].

DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY

Povrch vzoriek bol postupne otryskávaný 100 g TP a po každom čiastkovom otryskaní bola zmeraná drsnosť povrchu v závislosti od množstva TP. Drsnosť povrchu bola vyjadrená charakteristikami R_a (stredná aritmetická odchýlka) a R_z (najväčšia výška profilu). Krivky zdršňovania substrátu pri tryskaní GBM sú uvedené na obr.5.



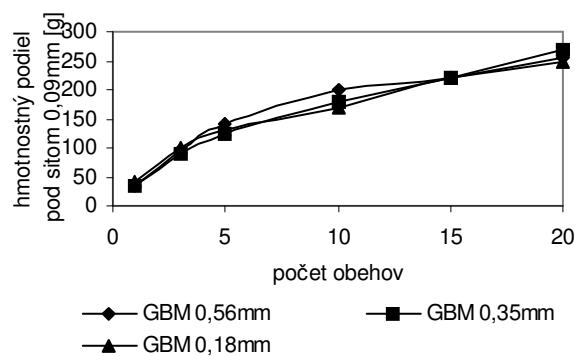
Obr. 5 Krivky zdršňovania substrátu vyjadrené parametrami drsnosti R_a a R_z

Krivky zdršňovania udávajú funkčnú závislosť drsnosti otryskaného povrchu na množstve TP vrhnutého na jednotku plochy. Z kriviek zdršňovania bolo určené nutné množstvo q_{NR} , pri ktorom je povrch úplne pokrytý stopami po dopade TP, čomu zodpovedá maximálna hodnota drsnosti povrchu a stupeň pokrytia rovný 1. Pri ďalšom tryskaní drsnosť povrchu klesá a následne môže dochádzať k tzv. pretryskaniu povrchu sprevádzanému delamináciou povrchových vrstiev, čo môže negatívne ovplyvniť adhéziu aplikovaných povlakov. Rovnako z ekonomického hľadiska nie je pretryskávanie povrchu žiadúce.

Zo získaných závislostí vyplýva, že so zväčšovaním sa rozmeru zŕn TP sa nutné množstvo potrebné na úplné pokrytie povrchu stopami po dopade zŕn zväčšuje. Je to spôsobené tým, že v rovnakej hmotnostnej jednotke je väčší počet zŕn TP menších rozmerov. Preto aj súčtová plocha priemetov zásekov malých zŕn vytvorí plochu väčšiu ako je súčtová plocha priemetov zásekov väčších zŕn rovnakého hmotnostného množstva. Veľkosť zdrsnenia povrchu R_a a R_z je priamoúmerná veľkosti zrna TP.

Životnosť TP GBM bola posudzovaná na základe metódy úplného opotrebenia, pričom sleduje vlastne konečnú fázu jeho rozpadu – zmenšenie charakteristického rozmeru zŕn TP pod definovanú prahovú hodnotu (0,09mm). Na obr.6 sú prezentované výsledky sledovania nárastu prachového podielu GBM v priebehu jeho opakovanej exploatácie.

Menovitý rozmer zrna GBM sa mení najintenzívnejšie u najväčšej zo sledovaných zrnitostí – 0,56 mm. Bol zaznamenaný prudký pokles v prvých piatich opakovaných použitíach TP. Pri menších zrnitostných frakciách je zmena menovitého rozmeru menej intenzívna. TP s menším rozmerom zrna vykazujú vyššiu životnosť, čo súvisí s dopadajúcou kinetickou energiou zŕn a mechanizmom ich štiepenia. Túto skutočnosť potvrdzuje nárast prachového podielu GBM pri opakovaných použitíach (obr.6).



Obr.6 Nárast prachového podielu almandínu

ZÁVER

Využitie nekonvenčných TP predstavuje nové možnosti predúprav povrchov pod organické povlaky a ponúka nové aplikačné možnosti. Tryskanie s použitím TP s malou mernou hmotnosťou umožňuje úpravy rôznych typov povrchov na rozdielnej materiállovej báze. Využívanie druhotných surovín nezaťažujúcich ekologický systém predstavuje progresívne možnosti úprav povrchov. Experimentálne výsledky prác poukázali na možnosť aplikácie prírodného granátu - almandínu na predúpravu kovových povrchov. Na základe zmeny drsnosti povrchov po tryskaní boli stanovené nutné množstvá TP pre jednotlivé zrnitostné frakcie. So zväčšovaním sa rozmeru zŕn TP sa nutné množstvo potrebné na úplné pokrytie povrchu stopami po dopade zŕn zväčšuje. Zároveň bola hodnotená životnosť sledovaného typu TP metódou úplného opotrebenia. Bolo zistené, že životnosť GBM je vyššia u malých zrnitostí a so väčším rozmeru zŕn klesá. Pri výbere vhodného TP pre danú

RUSKO, M. – BALOG, K. [Eds.] 2007:

Manažérstvo životného prostredia 2007 ▼▲▼ Management of Environment '2007
zo VII. konferencie so zahraničnou účasťou konanej 5. - 6. 1. 2007 v Jaslovských Bohuniciach
Proceedings of the International Conference, Jaslovské Bohunice, 5-6 January 2007
Žilina: Strix et VeV. Prvé vydanie. ISBN 978-80-89281-18-3.

aplikáciu sa zohľadňuje nielen životnosť TP, ale aj technologické, ekonomické a v neposlednom rade i ekologické hľadisko. Preto TP GBM vďaka svojej ekonomickej nenáročnosti a ekologickosti môže pri vhodnej optimalizácii procesu nájsť svoje uplatnenie v predúprave povrchov tryskaním pod organické povlaky.

Príspevok vznikol v rámci riešenia grantového vedeckého projektu VEGA č. 1/0144/2008.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] AMADA, S., HIROSE, T.: *Planar fractal characteristics of blasted surfaces and its relation with adhesion strength of coatings*. Surface and Coatings Technology, vol.130, 2000 p.158-163.
- [2] BIDULSKÝ, R., RODZIŇÁK, D.: *Vplyv shot peeningu na únavové vlastnosti predlegovaných spekaných ocelí na báze Cr a Mo s prídavkom [0.3-0.7] %C*. Materiálové inžinierstvo, Vol.14, 2007, No. 3, p.57-60.
- [3] KALENDA, P.: *Trendy ve vývoji povrchových úprav a nátěrových hmot ve vztahu k životnímu prostředí*. In: 34. International Conference on Coatings Technology. Pardubice, 2003, p.397-48
- [4] BREZINOVÁ, J.: *Nové poznatky v procese mechanického zinkovania tryskaním*. Habilitačná práca, Sjf TU Košice, 2007.
- [5] GUZANOVÁ, A.: *Nové poznatky v tryskaní pri aplikácii ekologických druhov tryskacích prostriedkov*. Dizertačná práca. Sjf TU Košice, 2003.

ADRESA AUTOROV

doc. Ing. Janette Brezinová, PhD., Katedra technológií a materiálov, Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Mäsiarska 74, 040 01 Košice, Slovenská republika, e-mail: >janette.brezinova@tuke.sk<

Ing. Anna Guzanová, PhD., Katedra technológií a materiálov, Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Mäsiarska 74, 040 01 Košice, Slovenská republika

RECENZENT

prof. Ing. Petr Kalenda, CSc., Institute of Chemistry and Technology of Macromolecular Compounds, Department of Paints and Organic Coatings, Faculty of Chemical Technology, University of Pardubice, Nám. Čs. Légii 565, 53210 prdubice, Czech Republic