

## ŽIVOTNOSŤ EKOLOGICKÝCH TRYSKACÍCH PROSTRIEDKOV

ANNA GUZANOVÁ – JANETTE BREZINOVÁ

### DURABILITY OF ECOLOGICAL BLASTING MEDIA

#### ABSTRAKT

*Príspevok pojednáva o ekologických nekovových materiáloch používaných ako nástroj v procese tryskania – tryskacích prostriedkoch. Zaoberá sa zisťovaním životnosti minerálneho tryskacieho prostriedku – almandínu rôznymi metódami. Zmena drsnosti otryskaného povrchu je analyzovaná dotykovým profilomerom.*

**Keľúčové slová:** tryskanie, tryskací prostriedok, almandín, životnosť

#### ABSTRACT

*The contribution deals with ecological non-metallic materials used as a tool in shot blasting process – blasting media. Durability evaluation of mineral blasting medium – Bohemia garnet by different methods is presented. Blasted surface quality change is analysed by stylus profilometer.*

**Key words:** shot blasting, blasting medium, garnet, durability

## ÚVOD

Tryskací prostriedok spĺňa v procese tryskania úlohu nástroja. Má charakter zrnitého, väčšinou polydisperzného materiálu. Medzi tradičné **kovové tryskacie prostriedky** patria tryskacie prostriedky na báze zliatin železa: oceľový granulát, oceľová drvina, liatinová drvina, oceľový sekaný drôt. Vyznačujú sa vysokou životnosťou (rádovo stovky až tisíce obehov), dobrými zdrsňujúcimi účinkami, malým sekundárnym znečistením. [1, 2] Tieto pozitívne vlastnosti sú však sprevádzané vysokými nadobúdacími nákladmi, nakoľko pre výrobu týchto tryskacích prostriedkov je potrebná príprava taveniny. Okrem toho tieto tryskacie prostriedky majú z dôvodu svojej veľkej mernej hmotnosti pri dopade na substrát veľkú kinetickú energiu, čo zanecháva v otryskanej vrstve substrátu veľké zvyškové napätia a spôsobuje spevnenie ovplyvnenej povrchovej vrstvy. [3]

**Nekovové tryskacie prostriedky** majú oproti kovovým podstatne nižšiu životnosť (rádovo jednotky až desiatky obehov), sú zdrojom značného sekundárneho znečistenia, ale keďže majú nižšiu mernú hmotnosť, nevnašajú do povrchových vrstiev také veľké zvyškové napätia. Preto ich uprednostňujeme pri tryskaní tenkých materiálov, kde sú deformácie tryskaného substrátu neprípustné, pri tryskaní krehkých materiálov (sklo), alebo pri tryskaní veľkých konštrukcií na voľnom priestranstve, kde nie je možné tryskací prostriedok znova zhromaždiť a použiť. Medzi nekovové tryskacie prostriedky patrí korund, rôzne druhotné suroviny a trosky vzniklé pri metalurgických procesoch (vysokopecná, meďná), olivín, tavený a drvený čadič, balotina, oxid hlinitý, karbid kremíka, mleté sklo, hrubozrnný plastový piesok, alebo ekologické materiály - sóda bikarbona, kukuričné klasy. [4]

Opakovanými nárazmi TP na substrát nastáva jeho plynulé **opotrebenie**. Meradlom opotrebenia TP je jeho **životnosť** daná počtom obehov potrebných na dosiahnutie určitej úrovne opotrebenia. Charakteristické druhy opotrebenia TP sú obrusivosť, opotrebenie v dôsledku rázov a roztrieštenie. Prevládajúci druh opotrebenia je určený druhom materiálu a parametrami tryskania (dopadovou rýchlosťou, uhlom dopadu, kvalitou a materiálom substrátu). Vzhľadom na použitie určitého typu tryskacieho zariadenia sa dajú niektoré z týchto parametrov voliť ako konštanty.

Pred zavedením nového tryskacieho prostriedku do praxe je potrebné komplexne zhodnotiť jeho životnosť, pretože od nej sa odvíja efektívnosť jeho používania. Zisťovanie životnosti TP je dôležité preto, lebo TP sa používaním postupne znehodnocuje. Aby sme tryskaním dosiahli opakovateľnosť jeho účinkov (veľkosť zdrsnenia, odokovinenie) je potrebné opotrebený TP priebežne separovať a dopĺňať čerstvým. [4]

## TRYSKACÍ PROSTRIEDOK A METÓDY HODNOTENIA JEHO ŽIVOTNOSTI

Predmetom výskumu je ekologický tryskací prostriedok: almandín (ďalej GBM), obr.1. Ide o prírodný granát - almandín  $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$  horninotvorný materiál, vysokokvalitný granátový produkt. Poskytuje tvrdé a ostré zrná, je monominerálny so stálymi vlastnosťami a vysokou mineralogickou čistotou. Produkt je fialovočervenej farby. Chemické zloženie udáva tab.1.

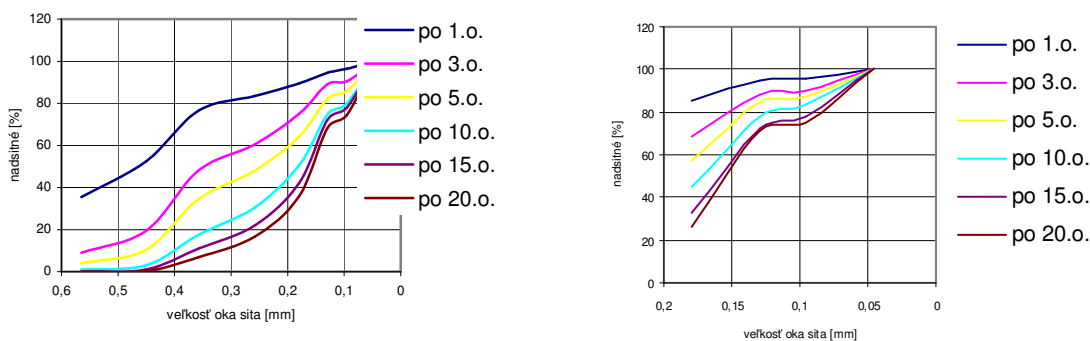


Obr.1 Almandín

Tab.1 Chemické zloženie almandínu

|                                |        |                   |        |
|--------------------------------|--------|-------------------|--------|
| SiO <sub>2</sub>               | 36,9 % | MgO               | 3,9 %  |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,06 % | CaO               | 0,9 %  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 21,2 % | Na <sub>2</sub> O | 0,02 % |
| FeO                            | 36,7 % | K <sub>2</sub> O  | 0,07 % |
| MnO                            | 0,4 %  |                   |        |

Plynulé rovnomerné opotrebovávanie každého TP má za následok zmenu veľkosti jeho zrn, vytvorenie nových zrnových frakcií a rozšírenie ich intervalu. Zmeny zrnitosti skladby pre almandín boli skúmané pri 20-násobnom opakovanom použití, výsledky sú na obr.2.

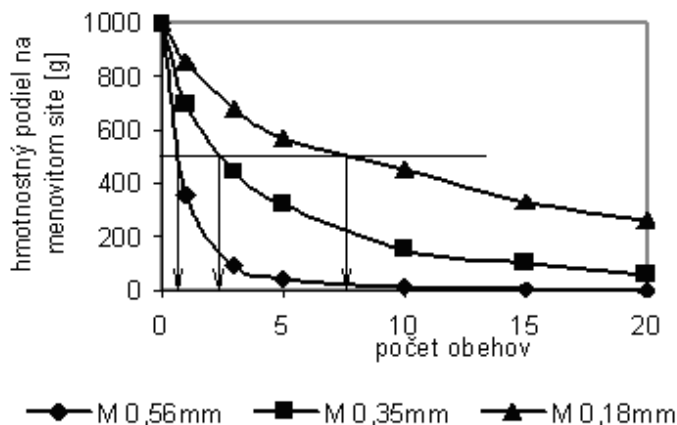


a) b)  
 Obr. 2 Súčtové krivky zrnitosti pre TP a) GBM 0,56mm a b) 0,18mm

Z obr.2 je možné vidieť, že v priebehu 20 obehov sa interval zrnitosti rozšíri viac u rozmeru 0,56mm ako u 0,18mm. To znamená, že menšie zrná sa opotrebovávajú (štiepia pri dopade na substrát) menej ako väčšie zrná.

**Životnosť almandínu určená pomocou sitovej analýzy:**

Životnosť almandínu je daná počtom obehov, po ktorých sa podiel danej zrnitosti almandínu na menovitom site zníži na 50%, teda dosiahne hodnotu 500g. Za menovité sito sa pritom považuje sito, ktoré udáva priemerný rozmer zrna tryskacieho prostriedku.



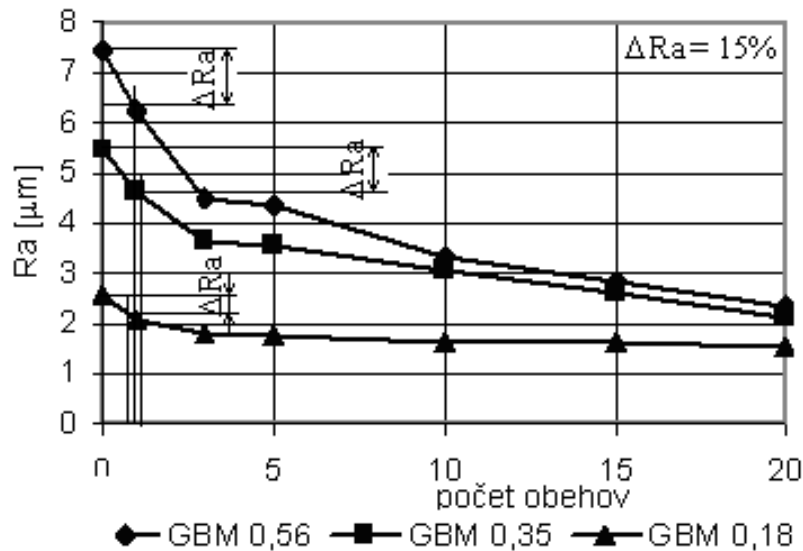
Obr. 3 Zmeny hmotnostných podielov na menovitom site pre rôzne zrnitosti TP GBM

Výsledná životnosť pre jednotlivé zrnitosti je podľa obr. 3: GBM 0,56mm – 0,7 obehov, GBM 0,35mm – 2,5 obehov, GBM 0,18mm – 7,8 obehov.

Tieto výsledky opäť potvrdzujú, že menšie zrná sú menej náchylné na opotrebenie, ako zrná väčšie, čo sa prejaví väčšou životnosťou.

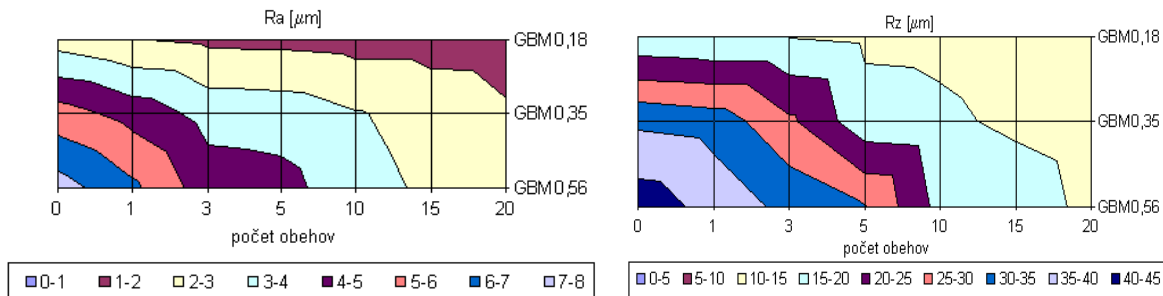
**Životnosť almandínu pomocou zmeny drsnosti otryskaného povrchu**

Postupné opotrebovávanie tryskacích prostriedkov sa prejaví aj na kvalite otryskaného substrátu. Zrná tryskacieho prostriedku sa vplyvom opakovaného použitia štiepia, znižuje sa ich rozmer, a teda aj ich kinetická energia, čo sa prejaví postupným znižovaním parametrov drsnosti. Životnosť jednotlivých zrnitosti almandínu z hľadiska zmeny drsnosti substrátu je daná počtom obehov po ktorých dôjde k poklesu zdrsnenia substrátu o 15%, obr.3: GBM 0,56mm – 0,93 obehov, GBM 0,35mm – 1,1 obehov, GBM 0,18mm – 0,88 obehov.



Obr. 4 Pokles hodnôt drsnosti Ra s počtom obehov pre rôzne zrnitosti TP GBM

V praxi pre rýchle orientačné zistenie dosiahnuteľných hodnôt drsnosti povrchu pri určitom stave opotrebenia TP a pre konkrétnu zrnitosť môžu slúžiť mapy znázornené na obr.5:



Obr. 5 Mapa pre rýchle určenie hodnôt Ra a Rz v závislosti na počte obehov a stave opotrebenia a zrnitosti TP GBM

Z obr.5 vyplýva, že najprudší pokles zdršňujúceho účinku je v súlade s teoretickým predpokladom do 5. obehu TP tryskacím zariadením, od 5. do 10. obehu je tento pokles miernejší a od 10. do 20. obehu sa ustáľuje a klesá len nepatrne. Pokles zdršňujúceho účinku je výraznejší u väčších zrnitostí. Zdršňujúci účinok u menších zrnitostí sa mení len mierne.

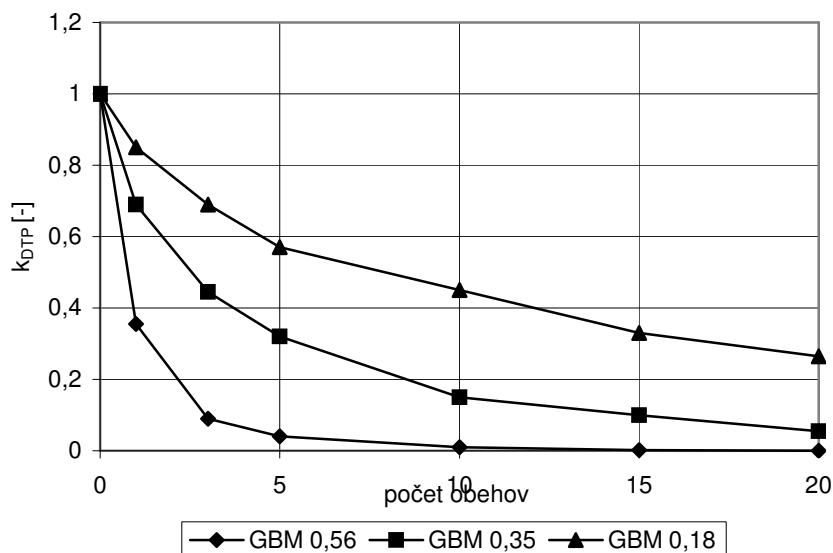
### Posúdenie životnosti almandínu koeficientom drobenia

Na porovnanie životnosti skúšaných TP bol navrhnutý koeficient drobenia tryskacieho prostriedku  $k_{DTP}$ , ktorý udáva pomer nadsitného množstva (množstvo TP zachyteného na menovitom site) TP k celkovému východiskovému množstvu po jednom obehu. Je vyjadrený vzťahom:

$$k_{DTP} = q_{NS} / q_V \quad [-] \quad (1)$$

kde  $q_{NS}$  – nadsitné množstvo TP po jednom obehu tryskacím zariadením [g]  
 $q_V$  – východiskové množstvo TP pred prechodom tryskacím zariadením [g]

Priebeh koeficientu drobenia pre jednotlivé zrnitosti almandínu je na obr.6.



Obr. 6 Závislosť  $k_{DTP}$  na počte obehov pre rôzne zrnitosti TP GBM

Závislosť  $k_{DTP}$  na počte obehov informuje o tom, že prvých päť obehov daných TP je sprevádzaných najväčším rozpadom zrn TP, potom sa rozpad zrn spomaľuje a následne ustaluje. Použité metódy sú rôznorodé, každá z nich sleduje iné kritériá zmeny vlastností TP. Tiež dimenzionalita výsledkov hodnotenia týmito metódami je rôzna. Výsledkom je buď koeficient - bezrozmerné číslo, alebo počet obehov. Výsledky hodnotenia životnosti almandínu tromi metódami sú v tab.2.

Tab.2 Životnosť almandínu zistená rôznymi metódami

|            | Metóda hodnotenia životnosti TP |                            |                            |
|------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|
|            | $k_{DTP}$ [-]                   | $K_{50}$<br>[počet obehov] | Ra – 15%<br>[počet obehov] |
| GBM 0,56mm | 0,355                           | 0,14                       | 0,93                       |
| GBM 0,35mm | 0,69                            | 2,29                       | 1,1                        |
| GBM 0,18mm | 0,85                            | 6,8                        | 0,88                       |

## ZÁVER

Použitím troch metód bola vykonaná komplexná analýza životnosti ekologického tryskacieho prostriedku - almandínu. Voľba konkrétnej vhodnej zrnitosti almandínu závisí na požadovanej drsnosti substrátu. Väčšia zrnitosť zabezpečuje väčšie zdrsnenie, no z hľadiska životnosti sa dá použiť len raz. Menšie zrnitosti poskytujú menšie zdrsnenie substrátu, dajú sa však použiť 2-6 krát. Hodnotený TP je ekologický, preto jeho prednosťou je použitie na vonkajšie čistiace práce fasád, obkladov a dlažieb. Do rozhodovania o výbere vhodného TP na konkrétnu aplikáciu však vstupujú okrem hodnôt životnosti aj iné faktory, ako sú nadobúdacie náklady TP či ekologické hľadisko.

*Príspevok vznikol v rámci riešenia grantového vedeckého projektu VEGA č.1/0144/08.*

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.**

---

## ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] Wagner, L.: *Shot peening*. Willey-Vch GmbH, Weinheim, 2003, 570s.
- [2] Mohyla, M., Kristofory, F.: *Směry vývoje povrchových úprav*. In. TECHNIK, č.5/2001, s.16. ISSN 1210-616X.
- [3] 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*. In: Materiálové inžinierstvo, roč. 14, 2007, č. 3, s.57-60, ISSN 1335-0803.
- [4] Guzanová, A.: *Nové poznatky v tryskaní pri aplikácii ekologických druhov tryskacích prostriedkov*. Doktorandská dizertačná práca. TU SjF Košice, 2003.

## ADRESA AUTOROV

**Ing. Anna Guzanová, PhD.**, Katedra technológií a materiálov, Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Mäsiarska 74, 040 01 Košice, Slovenská republika, e-mail: >anna.guzanova@tuke.sk<

**doc. Ing. Janette Brezinová, PhD.**, Katedra technológií a materiálov, Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Mäsiarska 74, 040 01 Košice, Slovenská republika

## RECENZENT

**doc. Dr. Ing. Peter Horňak**, Katedra náuky o materiáloch, Hutnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Park Komenského 11, 040 01 Košice, Slovenská republika